LES PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

Réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les exploitations d'élevage

Canada

Ontario

Ontario Cattlemen's Association

Qu'est-ce qu'une pratique de gestion optimale (PGO)?

- Une méthode éprouvée, pratique et abordable, qui permet de conserver le sol, l'eau et les autres richesses naturelles dans les régions rurales.

Qui établit les pratiques de gestion optimales?

- Une équipe qui représente les multiples facettes des milieux agricole et rural de l'Ontario, notamment des agriculteurs, des chercheurs, des gestionnaires des richesses naturelles, des représentants d'organismes de réglementation, des vulgarisateurs et des négociants agricoles.

En quoi consiste la série *Les pratiques de gestion optimales?*

- Elle comprend des fascicules novateurs et primés qui offrent nombre d'options pouvant être taillées sur mesure pour répondre à chaque circonstance et à chaque préoccupation environnementale précise.

- Voici la liste courante des fascicules PGO :

Bandes tampons
Gestion de l'eau
Gestion des éléments nutritifs
Gestion des fumiers
Gestion du sol
Grandes cultures
Les puits
Cultures horticoles
Gestion des boisés
Pâturage riverain
Gestion de l'irrigation
Gestion de l'agroforesterie et de l'habitat
Entreposage, manutention et application des pesticides
Gestion de l'habitat du poisson et de la faune
Gestion des fumiers de bétail et de volailles
Gestion intégrée des ennemis des cultures
Planification de la gestion des éléments nutritifs
Semis direct : les secrets de la réussite
Établissement d'un couvert arboré
Gestion des éléments nutritifs d'origine végétale
Réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les exploitations d'élevage

Comment en obtenir un exemplaire?

- Les agriculteurs de l'Ontario peuvent obtenir un exemplaire gratuit de chaque fascicule auprès du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.

- Pour acheter un seul exemplaire, pour commander en nombre tous les autres titres ou commander un ensemble complet des fascicules, communiquer avec la Fédération de l'agriculture de l'Ontario, à l'attention du Directeur, PGO, 100, ch. Stone Quest, bureau 206, Guelph, (Ontario) N1G 5L3. Tél : 1-800-668-3276

- Pour obtenir un formulaire de commande en ligne, visiter le site : http://www.omafra.gov.on.ca/french/products/best.html.

- À noter que le prix varie selon le fascicule et le nombre d'exemplaires commandés.

2007-03685/

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION

3 Structure du fascicule

4 PRINCIPES FONDAMENTAUX – GAZ À EFFET DE SERRE ET AGRICULTURE

6 Conséquences pour l'agriculture

7 Production de dioxyde de carbone (CO_2)

9 Production de méthane (CH_4)

11 Production d'oxyde de diazote

13 Production d'ammoniac (NH_3)

13 Protocole de Kyoto

14 APERÇU DES PGO ENVISAGEABLES

15 Réduction des émissions de méthane engendrées par les élevages de bétail et de volaille

16 Réduction des émissions d'oxyde de diazote

17 Réduction des émissions de dioxyde de carbone et augmentation du piégeage du carbone

18 SYSTÈMES D'ÉLEVAGE ET CHANGEMENTS PRÉVUS

18 Éléments de tout système de production animale

20 Planification des changements et prévision des effets sur le système

22 GÉNÉTIQUE ET REPRODUCTION

23 PGO clés

24 NUTRITION ET EAU

24 Principes

29 PGO d'adaptation des rations

30 PGO de gestion de l'alimentation

30 Nutrition et réduction des émissions d'oxyde de diazote provenant du fumier d'élevage

32 Suppléments d'ionophores

33 Eau servie aux animaux

34 SOINS AUX ANIMAUX ET SALUBRITÉ DES ALIMENTS

34 Manipulation et bien-être des animaux

35 Salubrité des aliments à la ferme

36 LOGEMENT DES ANIMAUX

36 Ventilation et chauffage

37 Conception et litière

38 CONSERVATION ET PRODUCTION DE L'ÉNERGIE

38 Conservation

42 Production

48 STOCKAGE ET MANUTENTION DU FUMIER

50 PGO applicables aux systèmes sur fumier solide

51 PGO applicables aux systèmes sur fumier liquide

53 Enclos à bétail

55 PLANIFICATION DE LA GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS ET ÉPANDAGES

56 Planification

59 Analyses de sol

60 PGO visant l'efficacité d'utilisation de l'azote

61 PGO visant les épandages

63 GESTION DES PÂTURAGES ET DU BROUTAGE

63 Gestion des pâturages

65 PGO visant les pâturages

66 PGO visantle le broutage

69 GESTION DES CULTURES ET DES TERRES CULTIVÉES

69 Les terres cultivées : à la fois sources et puits de carbone

71 PGO visant les cultures et le travail du sol

73 PGO visant la gestion et la protection des sols

75 ANIMAUX D'ÉLEVAGE ET ZONES NATURELLES

75 PGO visant à réduire les émissions et à améliorer le piégeage

4e COUV. POUR PLUS D'INFORMATION

4e COUV. REMERCIEMENTS

ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

C	carbone
CH_4	méthane*
CO_2	dioxyde de carbone*
COS	carbone organique dans le sol
EUA	efficacité de l'utilisation de l'azote
GES	gaz à effet de serre
N	azote
N_2	azote diatomique (azote à l'état gazeux)
N_2O	oxyde de diazote (aussi oxyde nitreux)*
NH_3	ammoniac
NH_4^+	ammonium
NO_3^-	azote nitrifié
PGO	pratique de gestion optimale

* Principaux gaz à effet de serre. Par rapport au potentiel de réchauffement planétaire du dioxyde de carbone, celui du méthane est 21 fois plus grand et celui de l'oxyde de diazote, 310 fois plus grand.

INTRODUCTION

La sensibilisation des citoyens aux gaz à effet de serre (GES) et aux changements climatiques leur fait prendre conscience qu'ils peuvent, en tant que consommateurs d'énergie, faire leur part pour réduire ces émissions.

De même, les secteurs de l'économie qui contribuent au problème (production d'énergie, fabrication, transport et agriculture) reconnaissent, en réaction aux préoccupations du public et aux avancées de la recherche, qu'ils ont à la fois le devoir et la possibilité de réduire les émissions de GES.

On peut se demander pourquoi apporter des changements dont les résultats ne sont ni visibles, ni mesurables, ni même rentables. Il y a pourtant de bonnes raisons de le faire et ces raisons s'inscrivent dans le long terme comme dans le court terme.

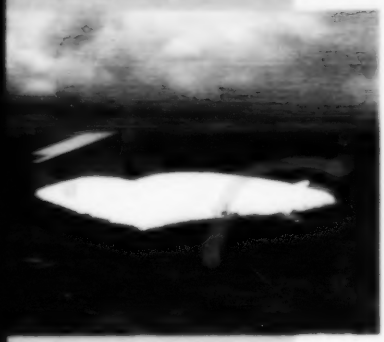
L'agriculture dispose de plusieurs atouts pour changer les choses : des sols sains qui, s'ils sont bien gérés, constituent des « puits » où sont emmagasinés les GES prélevés dans l'atmosphère; des zones naturelles (zones humides, boisés de ferme, pâturages et bandes tampons) qui peuvent elles aussi piéger les GES; et les possibilités, prometteuses, de produire de l'énergie verte à la ferme. Des études cherchent constamment à déterminer des mesures de réduction des émissions et à en quantifier les effets.

Dans l'immédiat, un producteur peut, dans ses activités quotidiennes, commencer à s'attaquer à ce problème de dimension planétaire. Ce qu'il y a de motivant, c'est que les pratiques qu'il met en place pour contrer le réchauffement de la planète sont des pratiques de gestion optimales reconnues qui visent la productivité et le développement durable.

Efficience de la production. Les pratiques de gestion optimales qui réduisent les émissions de GES font d'une pierre trois coups : elles améliorent l'indice de conversion, réduisent le gaspillage et font économiser.

Cogénération, production et conservation d'énergie. Le potentiel de domestication de l'énergie existe, et les connaissances dans ce domaine progressent constamment.

Bon nombre des pratiques que les producteurs mettent en place pour atteindre leurs objectifs d'amélioration de la productivité, d'amélioration de l'indice de conversion et de protection des ressources en eau réduisent en fait du même coup les émissions de GES.



Le fumier liquide peut être soumis au processus de digestion anaérobie pour réduire les émissions de méthane et produire des biogaz qui, à leur tour, servent à la production d'énergie.

Protection future du secteur de l'élevage. Les changements climatiques influenceront un jour ou l'autre les décisions de gestion touchant notamment au logement des animaux, aux systèmes d'alimentation en énergie, à la sélection des races, aux mesures de santé préventives et aux réseaux d'approvisionnement en eau potable. La saison agricole sera peut-être plus longue, mais les cultures risquent aussi d'être menacées par des événements climatiques extrêmes et par la propagation vers le nord d'agents infectieux.

Intendance sociétale. Comme le fait de planter des arbres, les actes que posent les producteurs pour réduire les émissions de GES sur leur ferme profiteront à leurs enfants et à leurs petits-enfants. Il s'agit d'un investissement nécessaire, et il appartient à chacun de commencer quelque part.

Perception du public et diligence raisonnable. Au fur et à mesure que les parcs d'engraissement prennent de l'expansion et se concentrent géographiquement, il faut s'attendre à ce que les émissions soulèvent de plus en plus l'inquiétude du public. En adoptant des mesures raisonnables, les producteurs et les secteurs de l'élevage de bétail et de volaille en général peuvent devancer les critiques qui pourraient prendre les productions animales pour cible dans la lutte au réchauffement planétaire. Il est préférable pour les producteurs de prendre les devants en recherchant activement et en mettant en œuvre des solutions qui leur sont favorables, plutôt que d'attendre que des « solutions » moins heureuses leur soient imposées par la réglementation ou par le marché.

Même si dans l'opinion publique, les grosses exploitations d'élevage sont des sources importantes de pollution de l'eau et de l'air, le fait est que la plupart des grosses exploitations sont efficientes sur le plan des ressources.

« Quel est le meilleur moment pour planter un arbre? Il y a trente ans. » Une réduction considérable des émissions de GES est une affaire à long terme, et c'est dès maintenant qu'il faut agir.

On a tout lieu de s'encourager. Au cours de la dernière décennie, des pas de géant ont été franchis dans les domaines notamment du semis direct, de la génétique et de l'alimentation des animaux. Ces nouvelles connaissances contribueront à freiner les émissions provenant des exploitations agricoles. Sans compter que les progrès de la science sont constants, par exemple au chapitre de la précision dans le calcul des émissions attribuables à bon nombre d'espèces d'élevage ainsi qu'au chapitre des moyens de réduire les émissions.

Les chercheurs continuent d'explorer des moyens de réduire les émissions de GES attribuables aux systèmes de production animale. Les solutions les plus prometteuses résident dans les pratiques qui réduisent les émissions, améliorent l'efficacité, abaissent les coûts et procurent des avantages environnementaux.

RISQUES

Comme il s'agit d'un domaine d'étude relativement nouveau, il reste des inconnues :

- certaines PGO visant la réduction des GES ont encore besoin de faire l'objet de vérifications à la ferme;
- les effets de certaines PGO visant la réduction des GES ne sont pas suffisamment documentés;
- quelques-unes des pratiques pouvant réduire les émissions des GES sont susceptibles d'augmenter le risque de migration des nitrates (p. ex. enfouissement de légumineuses comprises dans la rotation).

Histoire de partir du bon pied, le chapitre qui suit est consacré aux principes de base relatifs aux GES et au secteur de l'élevage. Viennent ensuite un exposé général sur les systèmes de production, puis l'analyse de chacun des éléments d'un système de production animale.

À partir de la p. 18, nous examinerons les PGO visant la réduction des GES sous l'angle des grands volets des systèmes de production que sont l'amélioration génétique, l'alimentation des animaux, le logement des animaux, le contrôle de la qualité et la gestion des éléments nutritifs. Nous verrons comment chacun de ces volets peut être mis à contribution pour réduire les émissions.

Les lecteurs ne doivent pas oublier qu'il existe un grand nombre d'excellents documents de référence qui expliquent en détail les PGO visant les cultures et la gestion des éléments nutritifs. À la fin du fascicule, se trouve une liste de ressources et de liens utiles.

Les bovins produisent du méthane, lequel est un GES. La production de méthane est révélatrice d'un mauvais indice de conversion. Les producteurs ont maintenant la possibilité d'adapter les rations de manière à réduire les émissions de méthane et le gaspillage d'aliments.

PRINCIPES FONDAMENTAUX – GAZ À EFFET DE SERRE ET AGRICULTURE

Le changement climatique est lié à l'émission des GES comme le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxyde de diazote. Bien que certains GES se forment naturellement, ce sont les niveaux accrus d'émissions atmosphériques qui constituent un sujet de préoccupation croissante. Les températures planétaires ont augmenté de 1,0 °C. Or, le réchauffement planétaire est directement relié aux niveaux élevés de GES.

L'agriculture est à l'origine de 9 % des émissions totales de GES à l'échelle de la planète. Des émissions qu'elle produit, au moins 65 % sont attribuables au secteur de l'élevage : le méthane provenant des ruminants et du fumier, l'oxyde de diazote émanant du fumier stocké, et le dioxyde de carbone provenant de tous les animaux d'élevage, du logement des animaux et du fumier en décomposition.

Les trois gaz les plus préoccupants sont l'oxyde de diazote, le méthane et le dioxyde de carbone. Voici le potentiel de réchauffement planétaire de chaque composé :

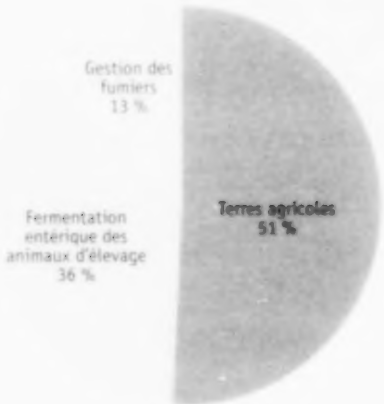
OXYDE DE DIAZOTE:MÉTHANE:DIOXYDE DE CARBONE (N_2O:CH_4:CO_2) = 321:21:1

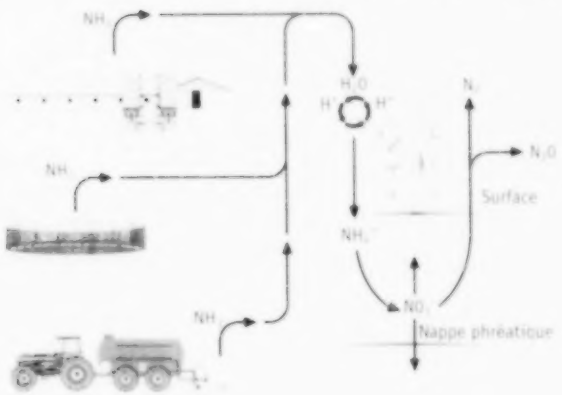
Les émissions nettes de GES attribuables à l'agriculture sont habituellement causées par un usage inefficient des ressources, telles que les aliments pour animaux, l'énergie, le fumier, la terre et l'eau.

ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE PAR TROIS SOURCES AGRICOLES PRINCIPALES, EN ÉQUIVALENT DE DIOXYDE DE CARBONE

En 2003, le secteur agricole a produit 8,4 % de toutes les émissions de GES au pays. Les émissions totales par l'agriculture ont augmenté de 19 % entre 1990 et 2003. Les émissions attribuées à la gestion du fumier ont connu une hausse de 18 % alors que celles dues à la fermentation entérique ont augmenté de 20 %. Pendant la même période, les émissions de N_2O venant du sol ont monté de 19 %.

Tiré de Information sur les sources et les puits de gaz à effet de serre, Environnement Canada, octobre 2005





L'ammoniac (NH_3) peut contribuer indirectement à la production d'oxyde de diazote (N_2O). L'ammoniac volatilisé se dégageant des bâtiments d'élevage, des structures de stockage du fumier et du fumier épandu sur les champs se transforme en ammonium (NH_4^+) au fur et à mesure qu'il réagit avec l'humidité présente dans l'atmosphère. Les précipitations font retomber le NH_4^+ sur le sol. La plus grande partie de ce NH_4^+ se nitrifie et se transforme en nitrate (NO_3^-) dans le sol.

Une quantité importante du nitrate risque d'être transformée (par dénitrification) en azote gazeux (N_2) et en oxyde de diazote, surtout si le dépôt ne survient PAS sur des terres cultivées et n'a PAS lieu pendant la saison de croissance.

PRINCIPES FONDAMENTAUX – GAZ À EFFET DE SERRE ET AGRICULTURE

Le changement climatique est lié à l'émission des GES comme le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxyde de diazote. Bien que certains GES se forment naturellement, ce sont les niveaux accrus d'émissions atmosphériques qui constituent un sujet de préoccupation croissante. Les températures planétaires ont augmenté de 1,6 °C. Or, le réchauffement planétaire est directement relié aux niveaux élevés de GES.

L'agriculture est à l'origine de 9 % des émissions totales de GES à l'échelle de la planète. Des émissions qu'elle produit, au moins 65 % sont attribuables au secteur de l'élevage : le méthane provenant des ruminants et du fumier, l'oxyde de diazote émanant du fumier stocké, et le dioxyde de carbone provenant de tous les animaux d'élevage, du logement des animaux et du fumier en décomposition.

Les trois gaz les plus préoccupants sont l'oxyde de diazote, le méthane et le dioxyde de carbone. Voici le potentiel de réchauffement planétaire de chaque composé :

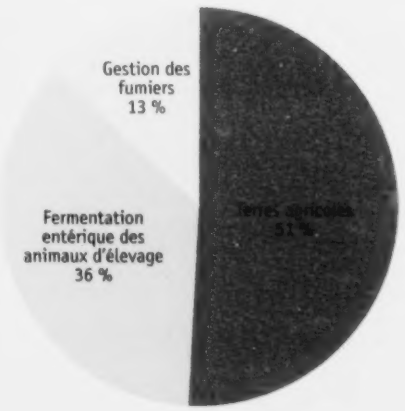
OXYDE DE DIAZOTE:MÉTHANE:DIOXYDE DE CARBONE (N_2O:CH_4:CO_2) = 321:21:1.

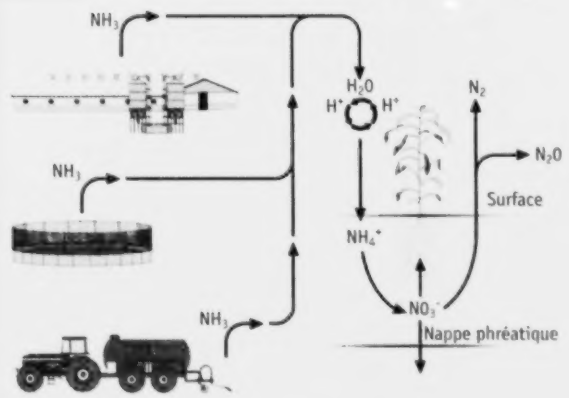
Les émissions nettes de GES attribuables à l'agriculture sont habituellement causées par un usage inefficient des ressources, telles que les aliments pour animaux, l'énergie, le fumier, la terre et l'eau.

ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE PAR TROIS SOURCES AGRICOLES PRINCIPALES, EN ÉQUIVALENT DE DIOXYDE DE CARBONE

En 2003, le secteur agricole a produit 8,4 % de toutes les émissions de GES au pays. Les émissions totales par l'agriculture ont augmenté de 19 % entre 1990 et 2003. Les émissions attribuées à la gestion du fumier ont connu une hausse de 18 % alors que celles dues à la fermentation entérique ont augmenté de 20 %. Pendant la même période, les émissions de N_2O venant du sol ont monté de 19 %.

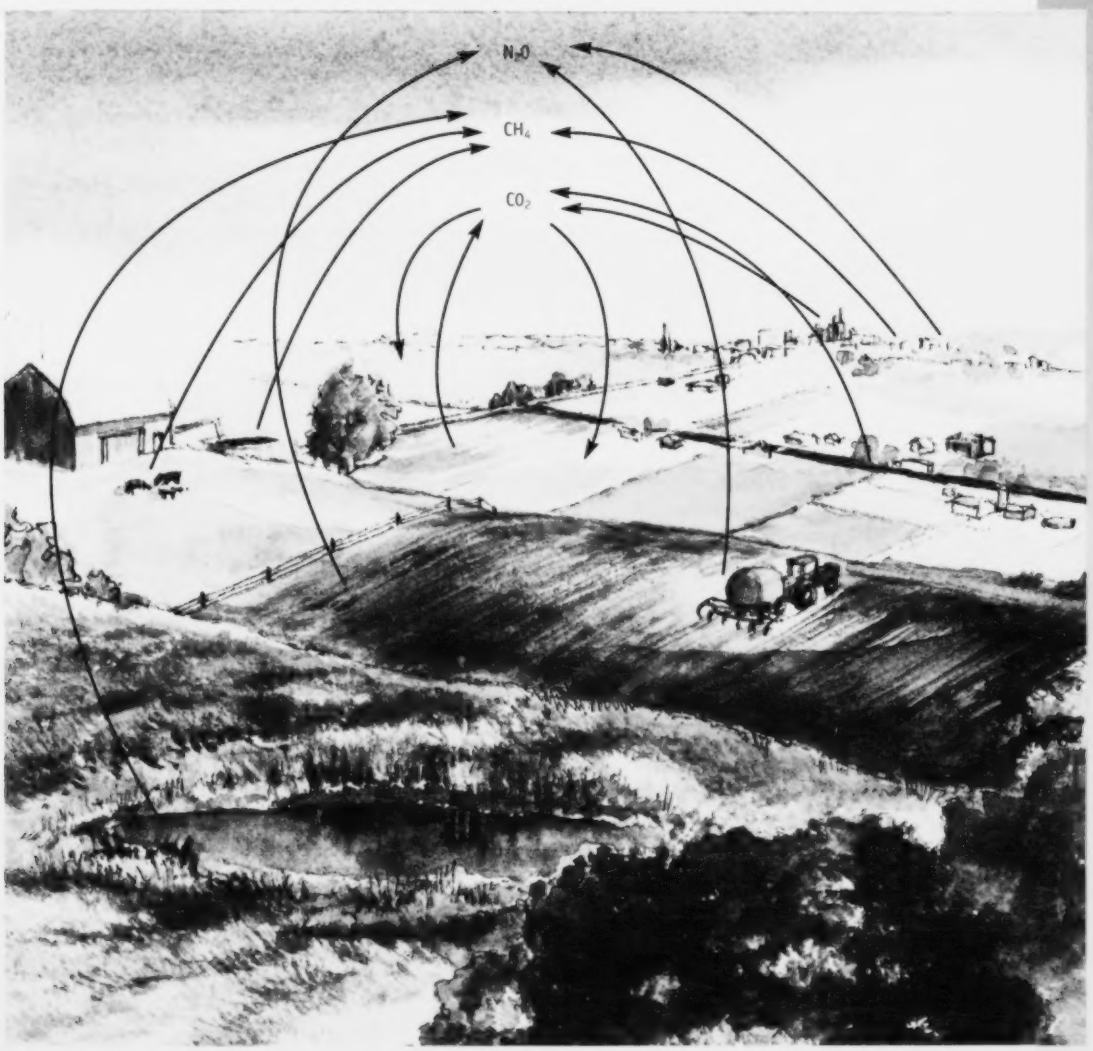
Tiré de Information sur les sources et les puits de gaz à effet de serre, Environnement Canada, octobre 2005





L'ammoniac (NH_3) peut contribuer indirectement à la production d'oxyde de diazote (N_2O). L'ammoniac volatilisé se dégageant des bâtiments d'élevage, des structures de stockage du fumier et du fumier épandu sur les champs se transforme en ammonium (NH_4^+) au fur et à mesure qu'il réagit avec l'humidité présente dans l'atmosphère. Les précipitations font retomber le NH_4^+ sur le sol. La plus grande partie de ce NH_4^+ se nitrifie et se transforme en nitrate (NO_3^-) dans le sol.

Une quantité importante du nitrate risque d'être transformée (par dénitrification) en azote gazeux (N_2) et en oxyde de diazote, surtout si le dépôt ne survient PAS sur des terres cultivées et n'a PAS lieu pendant la saison de croissance.



« Les gaz à effet de serre (GES) sont des gaz atmosphériques qui renvoient vers la surface de la Terre une partie de l'énergie thermique que celle-ci dégage. Sans cet effet de serre naturel qui piège dans la couche atmosphérique une partie de la chaleur émanant du globe terrestre, la température moyenne sur Terre serait trop basse pour permettre la vie sous la forme que nous connaissons. Les GES – vapeur d'eau, ozone, dioxyde de carbone (CO_2), méthane (CH_4), oxyde de diazote (N_2O) – sont indispensables à la vie sur Terre.

Toutefois, une augmentation excessive des teneurs de ces GES peut rompre l'équilibre et entraîner un réchauffement de la surface du globe. Certaines activités humaines (industries, transports, résidences et agriculture) accélèrent la production des principaux GES (CO_2, CH_4 et N_2O), et augmentent donc les risques de bouleverser l'équilibre atmosphérique des GES. »

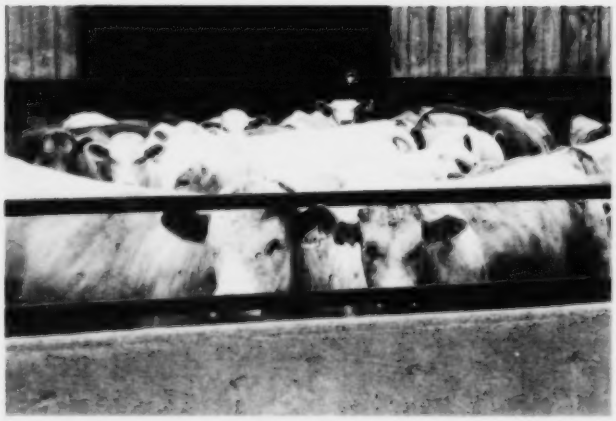
Source : Les gaz à effet de serre et l'agriculture en Ontario, Fiche d'information n° 1, AF096, MAAARO.

CONSÉQUENCES POUR L'AGRICULTURE

Le dérèglement du climat pourrait mener à des pertes de récoltes et à des pénuries.

Des sécheresses prolongées pourraient faire diminuer la superficie des pâturages durables.

Le changement climatique pourrait mener à des pertes à long terme de sources d'eau potable faciles d'accès.



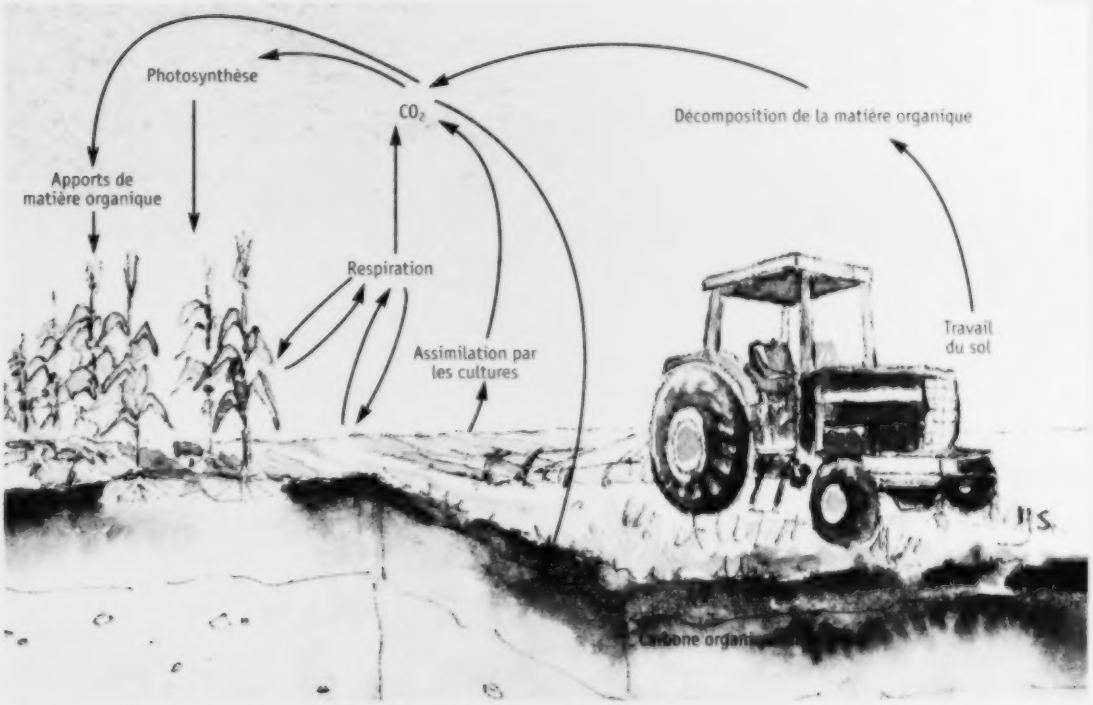
Les étés plus chauds pourraient mener à une plus grande incidence du stress dû à la chaleur chez les animaux en claustration.

Répercussions des émissions de GES sur les animaux d'élevage

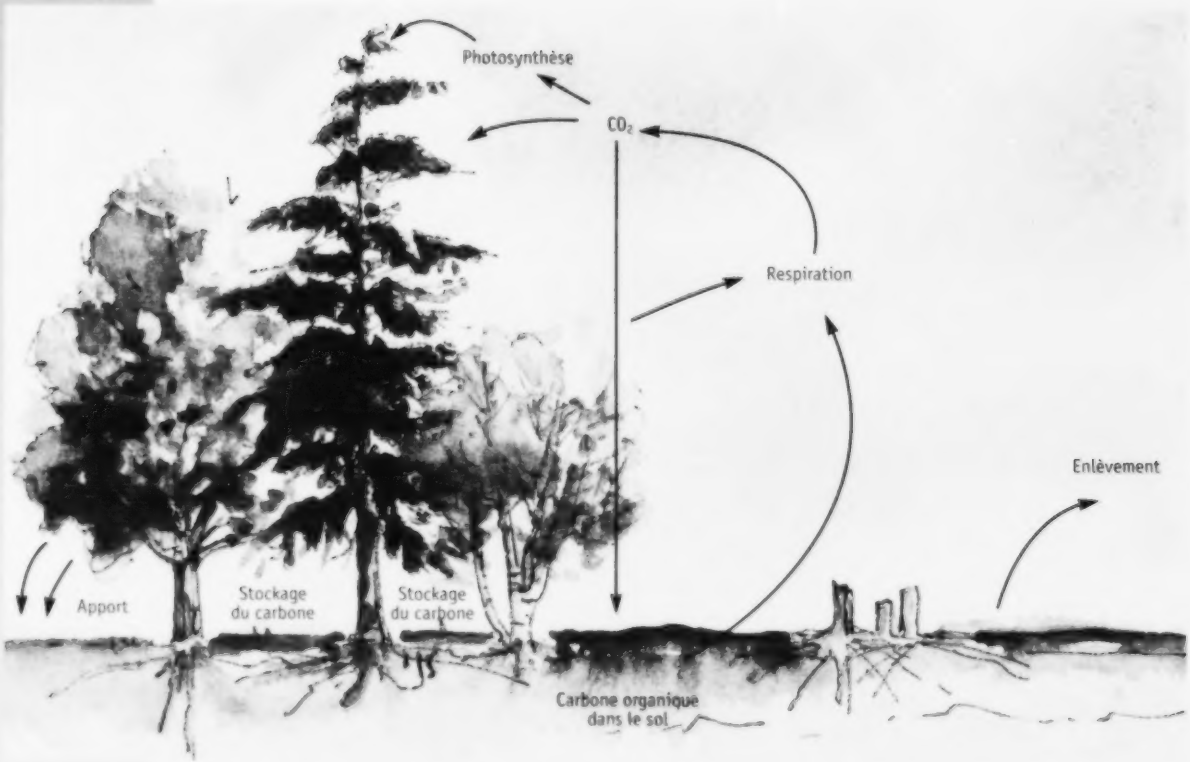
- **Le réchauffement planétaire signifiera des températures plus élevées et plus de sécheresses.**
- **Les animaux souffriront davantage de stress dû à la chaleur.**
- **Les organismes nuisibles et les maladies se diversifieront et exerceront une pression accrue sur les élevages.**
- **Le prix des aliments pour animaux augmentera.**
- **Les pâturages pourraient devenir plus difficiles à établir et à gérer.**
- **L'eau potable continuera d'être rare dans certaines régions.**
- **La qualité de l'eau déclinera dans les régions où les niveaux d'eau sont bas.**

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Un puits de carbone est un réservoir invisible qui absorbe le carbone libéré. Les arbres, les sols et les terres humides sont des exemples de puits potentiels.



Les systèmes d'élevage peuvent être à la fois des puits de carbone et des sources directes de CO_2. Les cultures et les sols fixent le CO_2. Le travail du sol et la consommation de carburant durant les opérations au champ sont des sources de CO_2.

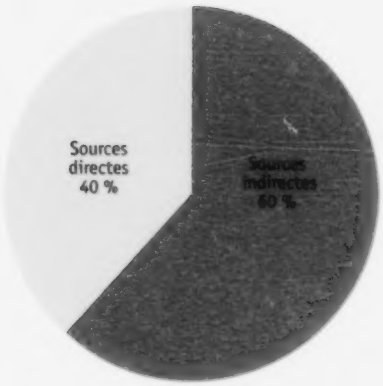


Les boisés de ferme sont d'importants réservoirs de dioxyde de carbone. À la fois les végétaux qui peuplent le boisé et le sol piègent le carbone.

Le dioxyde de carbone (CO_2) provient de sources directes et indirectes. Dans le secteur de l'agriculture, les sources directes sont responsables de 40 % des émissions; celles-ci sont produites surtout par le sol et la combustion de combustibles fossiles. Les sources indirectes produisent le reste des émissions, celles-ci étant surtout attribuables à la consommation d'énergie liée à la mise en valeur des facteurs de production, et au carburant utilisé pour le transport.

Les « gains » agricoles (c.-à-d. le piégeage du carbone) proviennent de la photosynthèse. Le carbone est fixé pour former les matières végétales. Certaines matières végétales servent à la consommation humaine ou animale, sont respirées vers l'atmosphère, s'ajoutent au COS ou demeurent sous forme de tissu végétal (fibre, bois). Une part importante des cultures agricoles, soit les fourrages, les pâturages et les céréales, sert à l'alimentation des animaux d'élevage.

Les « pertes » (c.-à-d. les GES qui s'échappent dans l'atmosphère) sont dues à la respiration des plantes et des animaux d'élevage, aux émissions de méthane produites par les animaux et la dégradation des sols, ainsi qu'à la combustion des combustibles fossiles.



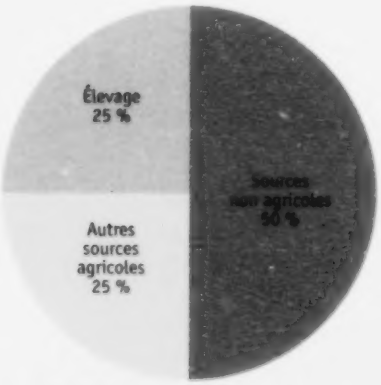
Les sources directes, comme la dégradation des sols épuisement de la matière organique et la consommation de combustibles fossiles, sont responsables d'environ 40 % des émissions de CO_2 attribuables à l'agriculture.

Le méthane est le principal composant du gaz naturel. Étant donné sa brève durée de conservation dans l'atmosphère, des mesures correctrices peuvent avoir des effets rapides.

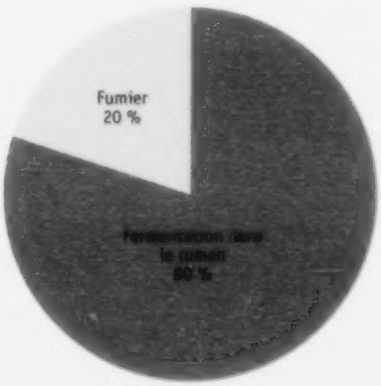
Le méthane produit est à 70 % attribuable aux activités humaines et à 30 %, à des sources naturelles. L'agriculture est responsable de la moitié de ces 70 %, et le secteur de l'élevage de plus de la moitié de la part attribuable à l'agriculture.

Quant au méthane produit par les élevages, il provient à 20 % du fumier et à 80 % de la fermentation associée à la digestion chez les ruminants.

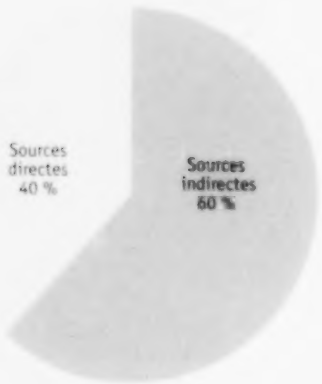
À peu près la moitié du méthane produit par l'agriculture est le fait des exploitations d'élevage.



Le secteur de l'élevage est la source de 25 % des émissions de méthane attribuables aux activités humaines.



Les émissions de méthane associées aux élevages sont attribuables à 80 % à la fermentation dans le rumen et à 20 % au fumier.



Les sources directes, comme la dégradation des sols épuisement de la matière organique et la consommation de combustibles fossiles, sont responsables d'environ 40 % des émissions de CO_2 attribuables à l'agriculture.

PRODUCTION DE MÉTHANE (CH_4)

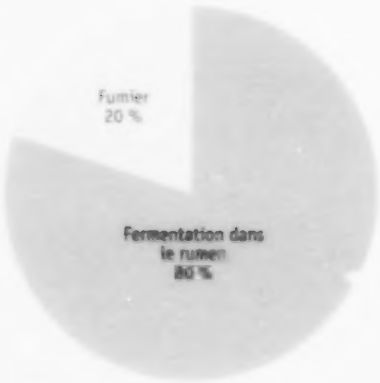
Le méthane est le principal composant du gaz naturel. Étant donné sa brève durée de conservation dans l'atmosphère, des mesures correctrices peuvent avoir des effets rapides.

Le méthane produit est à 70 % attribuable aux activités humaines et à 30 %, à des sources naturelles. L'agriculture est responsable de la moitié de ces 70 %, et le secteur de l'élevage de plus de la moitié de la part attribuable à l'agriculture.

Quant au méthane produit par les élevages, il provient à 20 % du fumier et à 80 % de la fermentation associée à la digestion chez les ruminants.

À peu près la moitié du méthane produit par l'agriculture est le fait des exploitations d'élevage.

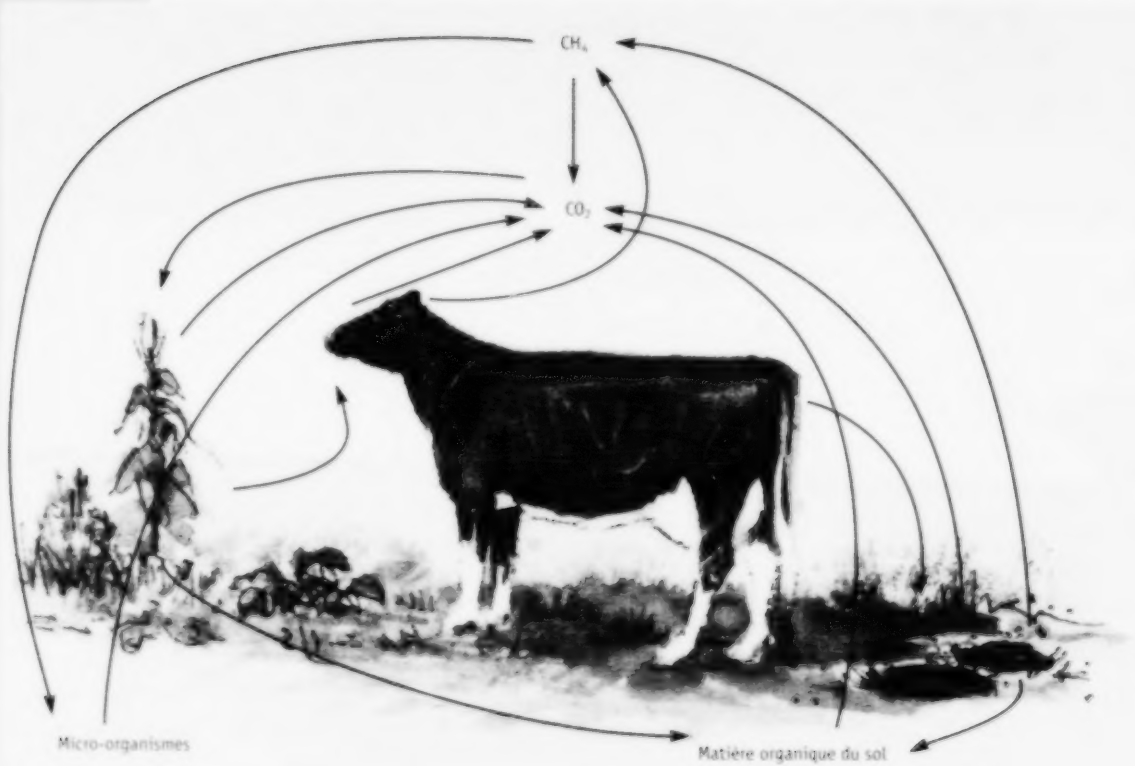
Le secteur de l'élevage est la source de 25 % des émissions de méthane attribuables aux activités humaines.



Les émissions de méthane associées aux élevages sont attribuables à 80 % à la fermentation dans le rumen et à 20 % au fumier.

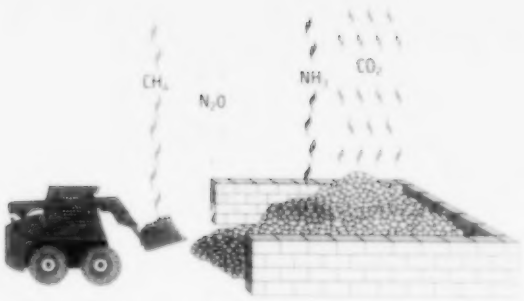
Les micro-organismes présents dans le sol peuvent transformer jusqu'à 10 % du méthane atmosphérique en dioxyde de carbone.

Toutes les espèces de bétail et de volaille produisent du méthane. Il s'agit d'un sous-produit de la digestion; les micro-organismes qui décomposent le fourrage grossier produisent du méthane. La production de méthane est essentiellement attribuable à la digestion des ruminants (p. ex. bovins, ovins et caprins). Chez les ruminants, en effet, le rumen, ou premier estomac, assure la fermentation des aliments, un processus qui dégage du méthane et d'autres gaz. En éructant, les bovins produisent la plus grande partie du méthane émis par les ruminants sur les fermes ontariennes.



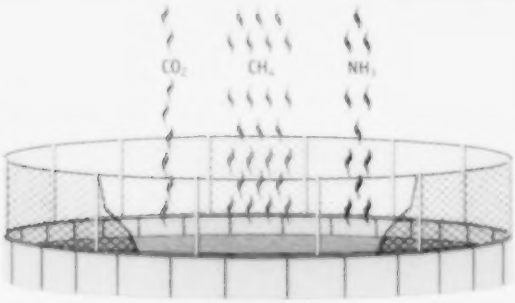
La libération de carbone, sous forme de CH_4 et de CO_2, est provoquée par la digestion chez les ruminants et la décomposition du fumier et de la matière organique du sol. Il est possible de réduire ces pertes en améliorant les pratiques de gestion visant notamment les stratégies alimentaires ainsi que le stockage et la manutention du fumier.

Le fumier peut se décomposer avec ou sans oxygène. D'une façon ou de l'autre, des gaz sont libérés. En présence d'oxygène (c.-à-d. dans un milieu aérobie comme un tas de fumier solide), les micro-organismes dégagent du dioxyde de carbone pendant la décomposition. Dans un milieu privé d'oxygène (c.-à-d. un milieu anaérobie comme on en retrouve dans les structures de stockage de fumier liquide, les structures de stockage des eaux de ruissellement et les parties plus humides des tas de fumier solide), la décomposition donne lieu à la production de méthane.



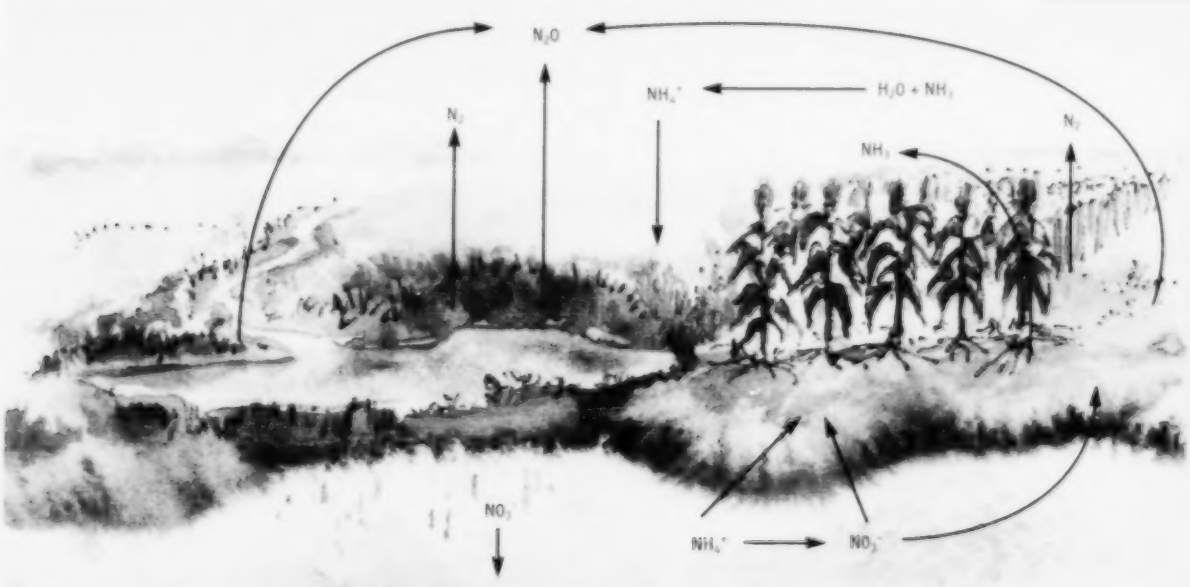
En général, les micro-organismes présents dans le fumier solide sont aérobies et produisent du CO_2. Le méthane et l'oxyde de diazote sont émis par les parties mouillées des tas de fumier solide.

Le méthane et l'ammoniac sont émis par les systèmes sur fumier liquide, qui sont pour la plupart des systèmes anaérobies.



L'oxyde de diazote ou N_2O est le principal gaz à effet de serre produit par l'agriculture. C'est aussi celui sur lequel les interventions peuvent être le plus efficaces.

Il existe deux grandes sources d'oxyde de diazote dans les systèmes de production animale : le **fumier** et les **sols**.



En agriculture, l'oxyde de diazote (N_2O) est le gaz à effet de serre qui influence le plus les changements climatiques. Il provient essentiellement de deux sources : le fumier solide mouillé et l'azote partiellement dénitrifié présent dans le sol.

CYCLE DE L'AZOTE (N)

En tant qu'éléments nutritifs, l'azote et le carbone sont des éléments indispensables à la croissance des cultures et à la santé des sols. Selon la manière dont ils sont gérés, l'azote et le carbone peuvent aussi se révéler d'importantes sources d'émissions.

Comme l'azote effectue un cycle dans l'environnement, il se trouve en partie libéré sous forme d'oxyde de diazote. Le carbone, qui lui aussi effectue un cycle dans l'environnement, peut se transformer en méthane ou en dioxyde de carbone.

De l'oxyde de diazote peut être directement produit par le fumier en décomposition, qu'il soit stocké ou épandu sur les champs. Il peut aussi être produit indirectement. De grandes quantités d'azote sont perdues sous forme d'ammoniac lorsque le fumier est exposé à l'air, sur le plancher du bâtiment d'élevage ou dans les champs. Une partie de cet ammoniac peut être transformée en N_2O. Des pertes indirectes résultent aussi du ruissellement vers les réseaux d'eaux de surface et d'eaux souterraines.

Le fumier solide entassé et mouillé est une source d'oxyde de diazote.

Le N_2O est également produit dans les sols des terres cultivées. La dénitrification – la conversion de l'azote assimilable par les plantes en produits azotés gazeux (dont le N_2O) – résulte de l'action des micro-organismes présents dans les sols humides. Limiter en tout temps l'excès d'azote assimilable dans les sols représente un moyen clé de freiner la dénitrification.

Le taux de production de N_2O à partir du fumier dépend du mode de stockage, de la température et du type de fumier. Les taux les plus élevés de production d'oxyde de diazote à partir du fumier seraient observés par temps chaud dans du fumier mouillé renfermant beaucoup de litière et mis en tas à l'extérieur.

La vitesse et l'ampleur de la dénitrification dans le sol dépendent des concentrations d'oxygène dans les sol. Dans le fumier stocké, la dénitrification est fonction de la quantité d'azote biodisponible et de carbone qui s'y trouvent.

Par temps chaud, les nitrates présents dans la couche arable mouillée libèrent de l'oxyde de diazote.

Au moment où le fumier est épandu, l'azote (N) qu'il contient prend deux formes : l'azote organique et l'azote inorganique (NH_4^+). La fraction organique est minéralisée pour constituer de l'ammonium (NH_4^+), lequel peut être utilisé par les végétaux ou nitrifié. (La nitrification peut aussi être une source de N_2O.)

L'azote nitrifié (NO_3^-) peut être utilisé par une culture ou les micro-organismes du sol, ou encore être perdu par lessivage ou ruissellement sous forme de NO_3^-. Ce nitrate peut pénétrer, directement ou indirectement, dans l'eau souterraine ou l'eau de surface et, par dénitrification, produire de l'oxyde de diazote ou du de l'azote gazeux (N_2).

Les flux de N_2O sont sporadiques. Une bonne partie de l'oxyde de diazote provenant des terres cultivées et des tas de fumier se dégage au moment du dégel à la fin de l'hiver et au début du printemps.

Production d'ammoniac (suite)

L'agriculture, surtout le secteur de l'élevage, est une source importante d'ammoniac (NH_3), cette production étant attribuable :

- à 81 % aux animaux d'élevage et
- à 19 % aux fertilisants.

L'ammoniac entre en réaction dans l'atmosphère :

$NH_3 + H_2O = NH_4^+ + OH^-$ (hydroxyde).

Du NH_3 peut être ajouté à toute surface humide ou à l'eau de surface (dans des conditions acides) pour produire de l'ammonium. À la fois dans le sol et dans l'eau, l'ammonium dissous peut être nitrifié (c.-à-d. transformé en nitrate ou en NO_3^-), puis dénitrifié (devenant ainsi une source de N_2O, un gaz à effet de serre).

Dans les élevages de porcs, jusqu'à 95 % de l'ammoniac peut être perdu avant d'atteindre le champ. Jusqu'à 40 % peut être perdu dans les structures de stockage du fumier liquide.

Protocole de Kyoto

En décembre 1997, plus de 160 pays ont négocié des limitations contraignantes visant les émissions de gaz à effet de serre des pays fortement industrialisés. Les négociations ont débouché sur le Protocole de Kyoto. Ce dernier établit des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre d'au moins 6 % avant 2012. Il décrit également plusieurs possibilités qui s'offrent aux signataires pour leur permettre d'atteindre les objectifs.

En ce qui concerne les objectifs visés par le Protocole de Kyoto, il ressort d'études sur les changements climatiques menées par Agriculture et Agroalimentaire Canada que les secteurs du bétail et de la volaille peuvent à eux seuls faire en sorte que se réalise d'ici 2010 plus de 80 % du potentiel de réduction des émissions (à des taux d'adoption de 10 %).

La moitié environ de ces réductions peut découler de la mise en œuvre de PGO axées sur une gestion complète des éléments nutritifs et du fumier, et serait attribuable à la diminution des émissions de méthane et d'oxyde diazote, plutôt qu'à l'utilisation des terres cultivées et des forêts comme puits de carbone.

Le plus tôt seront posés les actes, le plus tôt se manifesteront les effets positifs. Le fait d'attendre trop longtemps peut rendre toute intervention futile!

APERÇU DES PGO ENVISAGEABLES

Certaines PGO réduisent les émissions de GES mais, en même temps, contreviennent aux pratiques de conservation des sols et de l'eau.

Comme il est indiqué plus haut, il est possible de réduire les émissions de GES en apportant des améliorations à la production, à la nutrition, à la qualité et à la salubrité des produits, à la gestion des déchets, aux cultures et à la protection de l'eau.

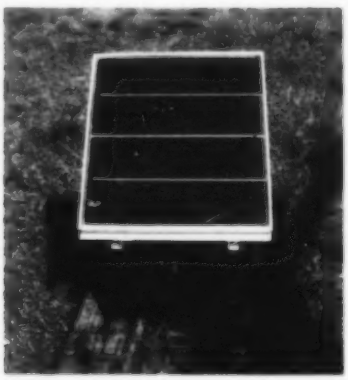
En termes d'intrants, les sources de GES attribuables aux animaux d'élevage découlent habituellement de lacunes dans la production et la nutrition. De petits changements peuvent avoir des effets appréciables en plus d'améliorer la production, de faire réaliser des économies et d'améliorer la qualité de l'eau.

En termes d'extrants, les PGO visant la gestion du fumier et des déchets, qu'elles soient appliquées telles quelles ou adaptées, se traduiront par des réductions de GES.

Pour commencer, voici un tableau qui fait ressortir brièvement la corrélation entre les gaz et les pratiques.

GES	POUR RÉDUIRE LES ÉMISSIONS	POUR RÉDUIRE LES NIVEAUX ATMOSPHÉRIQUES
MÉTHANE CH_4	✔ améliorer l'efficacité de la fermentation dans le rumen ✔ améliorer la gestion du fumier ✔ produire des biogaz à partir du fumier et d'autres matières ✔ améliorer la qualité des sols et drainer les terres cultivées en zones humides	✔ améliorer la qualité des sols afin de fixer le méthane ✔ préserver les zones naturelles, notamment les zones humides et les zones boisées
OXYDE DE DIAZOTE N_2O	✔ améliorer l'équilibre nutritionnel des animaux ✔ réduire les conditions anaérobies dans le fumier solide ✔ améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'azote (EUA)	
DIOXYDE DE CARBONE CO_2	✔ améliorer l'efficacité des productions animales et la santé des animaux ✔ freiner la dégradation de la qualité des sols en réduisant le travail du sol ✔ conserver l'énergie à la ferme	✔ augmenter la teneur du sol en matière organique ✔ augmenter la superficie peuplée de cultures fourragères, d'arbres, d'arbustes et de cultures pérennes

Il existe un vaccin expérimental qui réduit les émissions de méthane par les ruminants.



Pour réduire la consommation d'énergie à la ferme, une vérification de la consommation d'énergie s'impose tout comme l'analyse des solutions de rechange envisageables.

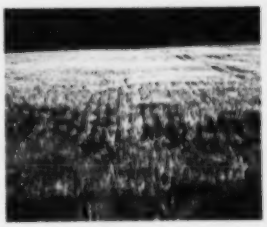
Réduction des émissions de méthane (CH4) entériques par les élevages de bétail et de volaille

PGO CONTRE LES GES	EFFET
AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DES ÉLEVAGES	• accroissement de la production par unité de GES émise • réduction des émissions de méthane des ruminants (éructations) • réduction du volume de fumier résultant de l'efficacité accrue ⇒ moins d'émissions
AMÉLIORER LA NUTRITION DES ANIMAUX	• amélioration de l'utilisation des éléments nutritifs • réduction des émissions de méthane des ruminants (éructations) • réduction du volume de fumier résultant de l'efficacité accrue ⇒ moins d'émissions
UTILISER DES ADDITIFS ALIMENTAIRES POUR AMÉLIORER L'INDICE DE CONVERSION	• réduction des émissions de méthane des ruminants (éructations) • réduction du volume de fumier résultant de l'efficacité accrue ⇒ moins d'émissions
CHOISIR LA STRUCTURE DE STOCKAGE DU FUMIER LA PLUS EFFICACE (SOLIDE, LIQUIDE)	• réduction des émissions de méthane lorsque le fumier est stocké à basses températures et que l'aération est améliorée
DÉTOURNER LES EAUX DE RUISSELLEMENT ET LES EAUX DE LAVAGE	• moins d'émissions de méthane, car moins de liquide s'ajoute, moins il y a de risques de créer des conditions anaérobies
ENLEVER LE FUMIER FRÉQUEMMENT	• réduction des émissions de méthane en évitant la formation de conditions anaérobies sur les surfaces couvertes de litière (aires d'exercice et bâtiment)
COUVRIR LES STRUCTURES DE STOCKAGE DE FUMIER	• réduction des émissions de méthane provenant du fumier grâce à un stockage à basses températures
AJOUTER DES ADDITIFS AU FUMIER	• réduction des émissions de méthane du fait de l'inhibition de la méthanogénèse (production de méthane par des micro-organismes dans des conditions anaérobies)
UTILISER COMME SOURCE DE CARBURANTS DES BIOGAZ PRODUITS PAR DIGESTION ANAÉROBIE (MÉTHANE)	• élimination des émissions de méthane dans les systèmes clos où le méthane est récupéré pour servir à la production d'électricité
S'ABSTENIR DE BRÛLER LES DÉCHETS	• élimination des émissions de méthane
AMÉLIORER LE DRAINAGE DU SOL	• réduction des émissions de méthane en évitant de créer des conditions anaérobies dans le sol

Adapter la nutrition des ruminants de manière à réduire les émissions de méthane.

Remplacer une grosse structure de stockage de fumier liquide par un système de digestion anaérobie producteur d'énergie.

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS D'OXYDE DE DIAZOTE (N_2O)

PGO CONTRE LES GES	EFFET	
RÉDUIRE LES CONCENTRATIONS DE N DANS LE FUMIER ET L'URINE ✔ améliorer l'indice de conversion ✔ améliorer l'équilibre nutritionnel ✔ améliorer l'équilibre des acides aminés ✔ réduire les teneurs en protéines brutes	• réduction des émissions d'ammoniac susceptibles de se convertir en oxyde de diazote en retombant au sol • réduction des émissions d'oxyde de diazote s'échappant du fumier stocké et épandu	**Mieux doser les apports d'azote et améliorer les pratiques touchant à l'alimentation des animaux de manière à réduire les émissions d'oxyde de diazote.**
FREINER LA CRÉATION DE CONDITIONS ANAÉROBIES DANS LE FUMIER SOLIDE ✔ améliorer la ventilation ✔ garder les installations propres ✔ changer souvent la litière ✔ garder au sec le fumier stocké	• réduction des émissions d'ammoniac susceptibles de se convertir en oxyde de diazote en retombant au sol • atténuation des conditions anaérobies partielles et des émissions d'oxyde de diazote provenant du fumier solide • réduction des émissions de méthane	**Éviter les conditions anaérobies dans le fumier de manière à réduire les émissions de CH_4 venant du fumier liquide et les émissions de N_2O venant du fumier solide.**
RÉDUIRE LES PERTES D'AZOTE LORS DES ÉPANDAGES DE FUMIER ✔ s'abstenir d'épandre le fumier à l'automne et en hiver ✔ enfouir le fumier dans le sol ✔ ne pas laisser le fumier sur le sol si l'on pratique le travail réduit du sol	• réduction des émissions d'ammoniac susceptibles de se convertir en oxyde de diazote en retombant au sol • réduction des émissions d'oxyde de diazote provenant du sol et du fumier épandu (par la réduction de la dénitrification) • augmentation de l'azote biodisponible	
AMÉLIORER L'EUA ✔ faire analyser le sol en demandant un dosage de tous les éléments nutritifs ✔ tenir compte de l'azote organique ✔ faire les épandages pour combler les besoins des cultures, au bon moment ✔ ne pas épandre d'engrais azoté s'il pleut ✔ aucun engrais d'urée par temps sec ✔ recourir à des cultures dérobées et à d'autres cultures de couverture	• réduction des concentrations de nitrates dans le sol durant la saison morte • réduction des émissions d'oxyde de diazote provenant du sol et du fumier épandu (par la réduction de la dénitrification) • augmentation de l'azote biodisponible	 **Améliorer l'EUA en faisant une meilleure utilisation des éléments nutritifs extraits du sol et de ceux qui proviennent d'additifs.**
AMÉLIORER L'AÉRATION ET LA QUALITÉ DU SOL ✔ drainer les terres cultivées situées en zones humides ✔ augmenter les concentrations de carbone dans le sol ✔ réduire le travail du sol ✔ lutter contre l'érosion et le ruissellement ✔ pratiquer une rotation incluant des cultures fourragères (foin et pâturage)	• réduction des concentrations de nitrates dans le sol durant la saison morte • réduction des émissions d'oxyde de diazote provenant du sol et du fumier épandu (par la réduction de la dénitrification) • augmentation de l'azote biodisponible • réduction des émissions de méthane	**Améliorer les conditions physiques du sol par un meilleur travail du sol et des réseaux de drainage souterrains plus efficaces.**

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE DIOXYDE DE CARBONE (CO_2) ET AUGMENTATION DU PIÉGEAGE DU CARBONE

PGO CONTRE LES GES	EFFET	
RÉDUIRE LES PERTES DE COS (carbone organique du sol) ✔ réduire le travail du sol ✔ mettre en place des structures et des pratiques de lutte contre l'érosion ✔ gérer la nappe phréatique dans les sols organiques	• réduction de la conversion du carbone organique en dioxyde de carbone du fait que le sol est moins dérangé	**Pratiquer la conservation des sols en réduisant les opérations de travail du sol de manière à économiser de l'énergie et à augmenter les niveaux de carbone dans le sol.**
AUGMENTER LA CONCENTRATION DE COS GRÂCE AUX MATIÈRES VÉGÉTALES ✔ pratiquer une rotation des cultures incluant des cultures fourragères et des cultures enfouies comme engrais vert ✔ faire pousser des cultures de couverture ✔ améliorer les pâturages ✔ augmenter la couche de résidus de culture laissée à la surface du sol ✔ faire pousser des cultures qui produisent une biomasse abondante (maïs, sorgho, seigle, etc.)	• conversion de la matière végétale vivante (carbone) en matière organique dans le sol (piégeage du carbone) • transformation de la biomasse formée des racines en COS • augmentation de la concentration de COS quand les résidus de culture se décomposent à la surface du sol	**Réintroduire des fourrages dans la rotation, car les cultures fourragères (foin ou pâturage) assurent le piégeage du carbone, réduisent les émissions de méthane et améliorent l'EUA.**
AUGMENTER LA CONCENTRATION DE COS EN ENRICHISSANT LE SOL D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS ORGANIQUES ✔ faire des apports de fumier solide ou liquide ✔ faire des apports de compost ✔ faire des apports de biosolides	• enrichissement du sol en matière organique ainsi qu'en éléments nutritifs • augmentation des concentrations de COS	
AUGMENTER LES CONCENTRATIONS DE COS EN CONVERTISSANT DES TERRES CULTIVÉES : ✔ en pâturages ✔ en sites de cultures pérennes (vergers, vignobles, plantations d'arbres à noix ou d'arbres de Noël) ✔ en habitat pour la vie sauvage (graminées, arbres, arbustes, zones humides) ✔ en forêts (les arbres devenant alors la culture)	• réduction de la conversion du carbone en dioxyde de carbone du fait que le sol se trouve très peu dérangé • reconstitution des teneurs du sol en carbone organique à des niveaux frôlant ceux qui caractérisent le milieu naturel	**Planter des arbres pour stimuler le piégeage du carbone et, du coup, embellir la terre et en augmenter la valeur.**

SYSTÈMES D'ÉLEVAGE ET CHANGEMENTS PRÉVUS

La plupart des systèmes d'élevage ou de production animale visent à donner des produits de haute qualité d'une manière efficiente et rentable. Ils se classent en trois grandes catégories.

SYSTÈME DE PRODUCTION ANIMALE	DESCRIPTION	POSSIBILITÉS DE RÉDUCTION DES GES
SYSTÈME PASTORAUX	• systèmes reposant presque exclusivement sur le pâturage des animaux et les systèmes pastoraux	• pâturages améliorés • technique du pâturage intensif • conservation de l'énergie • protection des zones naturelles contre les animaux au pâturage
SYSTÈMES MIXTES	• peuvent inclure le pâturage des animaux • la plupart des aliments pour animaux sont produits à la ferme • les systèmes de production animale et les systèmes de production végétale sont étroitement liés (p. ex. fumier utilisé à la ferme)	• améliorations génétiques au profit de la production • amélioration de la nutrition et de l'alimentation • amélioration de la ventilation • vérification de la consommation d'énergie dans les installations d'élevage • évacuation du fumier vers des structures de stockage • efficacité de l'utilisation des éléments nutritifs • rotation des cultures et cultures de couverture • technique du pâturage intensif • gestion des zones naturelles
SYSTÈMES INTENSIFS	• la plupart des aliments pour animaux proviennent d'une autre exploitation ou de l'industrie des aliments pour animaux • le fumier est en totalité ou en partie expédié vers d'autres terres agricoles ou utilisé à d'autres fins (p. ex. compost, substrat, fabrication d'aliments pour animaux)	• améliorations génétiques au profit de la production • amélioration de la nutrition et de l'alimentation • amélioration de la ventilation • vérification de la consommation d'énergie dans les installations d'élevage • production d'énergie verte • réduction de la perte d'éléments nutritifs résultant des épandages • protection des zones naturelles

Pour la plupart, les PGO qui sont axées sur des améliorations de l'environnement et notamment sur des améliorations de l'atmosphère rejoignent les objectifs que poursuivent les producteurs d'améliorer l'efficacité de leurs activités et de réduire le gaspillage.

[illegible]

Tout système de production animale (SPA) comporte les éléments clés suivants :

▶ **infrastructure** – logement, conception des systèmes, champs, topographie;

▶ **pratiques de gestion du contrôle de la qualité et de gestion de la production** – reproduction, système de manipulation des animaux, génétique, nutrition, systèmes pastoraux, santé et contrôle de la qualité;

▶ **gestion des éléments nutritifs et des ressources naturelles** – stockage, manutention et épandage du fumier, gestion des cultures;

▶ **commercialisation et gestion des opérations** – marchés, financement, etc.

Naturellement, l'importance relative de chaque élément varie selon l'enjeu. Ainsi, l'aspect qualité et salubrité des aliments destinés à la consommation humaine serait au cœur d'une discussion portant sur la production et la commercialisation de produits d'origine animale.

POSSIBILITÉS DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES

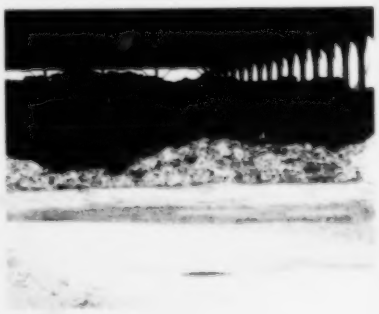
Pour mieux faire ressortir les **possibilités** de réduction des émissions de GES dans les SPA applicables aux élevages de bovins de boucherie, de bovins laitiers, de porcs, de moutons et de volaille, nous avons classé ces possibilités dans les catégories suivantes :

- **génétique et reproduction** – améliorations de la production, de la reproduction et de l'indice de conversion;
- **nutrition et alimentation** – réduction, modification, enrichissement et ciblage des rations et des pratiques alimentaires dans le but d'améliorer l'indice de conversion et de réduire les intrants;
- **autres éléments du SPA** – combinaison de mesures visant la manipulation des animaux, la qualité et la salubrité des aliments destinés à la consommation humaine, et les soins aux animaux permettant de réduire le stress et d'augmenter l'indice de conversion;
- **logement et environnement** – logement des animaux, choix de la litière, disposition, contrôle du climat à l'intérieur, ventilation axés sur la promotion de la santé et la réduction des émissions;
- **énergie** – effets de la conservation d'énergie sur le SPA et possibilités de produire de l'énergie à la ferme;
- **gestion du fumier** – systèmes de collecte, de transfert, de stockage et de manutention du fumier et des déchets permettant de réduire les émissions;
- **gestion des éléments nutritifs** – mesures de transfert et d'épandage du fumier et mesures de protection de l'environnement;
- **gestion des terres cultivées** – PGO visant la protection des sols et de l'eau en plus de pratiques visant à réduire les pertes d'éléments nutritifs;
- **gestion des pâturages et systèmes pastoraux** – techniques qui améliorent la production et réduisent les émissions;
- **gestion des zones naturelles** – protection des zones naturelles (terres humides, cours d'eau) et les zones recouvertes en permanence de végétation (brise-vent, bandes tampons, boisés).

Nous nous attarderons à chacun de ces points dans le chapitre suivant.

Les améliorations génétiques ont apporté des améliorations marquées de l'efficience de la reproduction et de la production, surtout dans le secteur de la volaille.

La ventilation permet de chasser l'humidité et de réduire la teneur en eau de la litière et du fumier. Une faible teneur en eau dans la litière et le fumier entraîne une moins grande production de méthane, d'oxyde de diazote et d'ammoniac.



Le fumier sec dégage moins de gaz à effet de serre.

POSSIBILITÉS DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES DANS LES SYSTÈMES DE PRODUCTION ANIMALE

Des changements dans une catégorie appellent habituellement des changements dans au moins une des autres catégories. La situation n'est pas différente quand il s'agit de mettre en œuvre une PGO visant à réduire les émissions de GES. La planification doit tenir compte de l'ensemble du système.

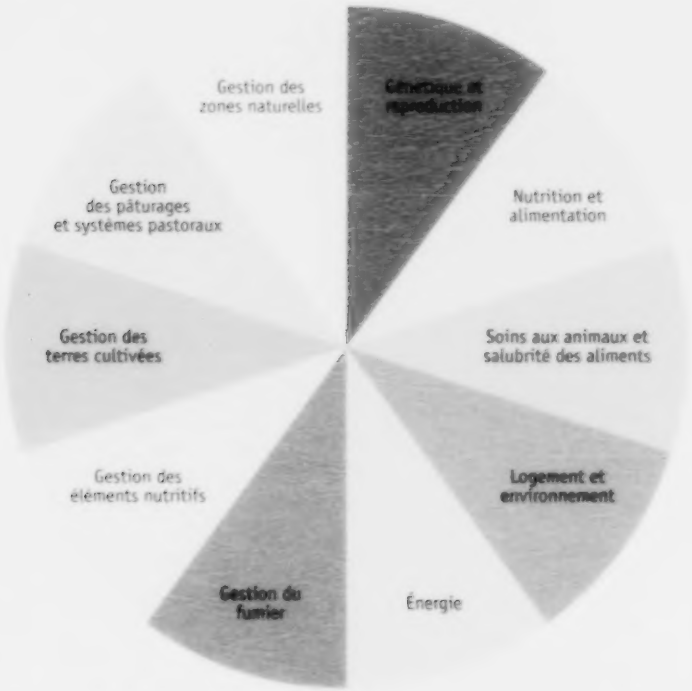
PLANIFICATION DES CHANGEMENTS ET PRÉVISION DES EFFETS SUR LE SYSTÈME

Il vaut toujours mieux envisager dès le départ les mesures de réduction des émissions en tenant compte des interrelations entre les différents éléments du système. Il s'agit, autrement dit, de s'attarder aux effets de chaque modification (comme la réduction de la teneur d'une ration en protéines brutes dans le but de réduire les émissions d'oxyde de diazote) sur d'autres éléments du système (comme la stratégie de gestion des éléments nutritifs, la méthode d'épandage et le moment des épandages).

Les changements appréciables qui sont apportés à une exploitation sans cette approche systématique risquent fort d'être voués à l'échec.

Voici un exemple de la façon dont des pratiques qui conduisent à une réduction des émissions de méthane dans un système de manutention du fumier de bovins de boucherie peuvent se répercuter sur d'autres éléments du système.

POSSIBILITÉS DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES DANS LES SYSTÈMES DE PRODUCTION ANIMALE



Des changements dans une catégorie appellent habituellement des changements dans au moins une des autres catégories. La situation n'est pas différente quand il s'agit de mettre en œuvre une PGO visant à réduire les émissions de GES. La planification doit tenir compte de l'ensemble du système.

Il vaut toujours mieux envisager dès le départ les mesures de réduction des émissions en tenant compte des interrelations entre les différents éléments du système. Il s'agit, autrement dit, de s'attarder aux effets de chaque modification (comme la réduction de la teneur d'une ration en protéines brutes dans le but de réduire les émissions d'oxyde de diazote) sur d'autres éléments du système (comme la stratégie de gestion des éléments nutritifs, la méthode d'épandage et le moment des épandages).

Les changements appréciables qui sont apportés à une exploitation sans cette approche systématique risquent fort d'être voués à l'échec.

Voici un exemple de la façon dont des pratiques qui conduisent à une réduction des émissions de méthane dans un système de manutention du fumier de bovins de boucherie peuvent se répercuter sur d'autres éléments du système.

✔ Exemple de PGO : **Servir aux animaux du fourrage de haute qualité afin de s'en tenir au minimum de fibres nécessaire à leur efficacité.**

Conséquences possibles :

- une réduction du volume de fumier produit qui se traduit par plus d'espace dans la **structure de stockage de fumier solide;**
- l'espace libéré dans la structure de stockage permet d'accroître la fréquence des opérations d'entretien des cours d'exercice, d'où amélioration de la **manutention du fumier** et une réduction des émissions de méthane qui sont associées aux surfaces couvertes de fumier et de liquides;
- le volume de stockage libéré comporte aussi des avantages pour la **gestion des éléments nutritifs** (en laissant davantage de latitude quant au moment des épandages et aux méthodes d'épandage).

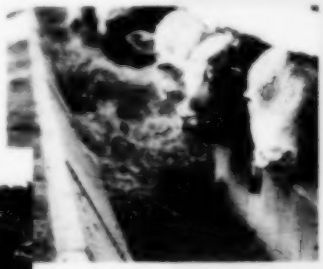
✔ Exemple de PGO : **Nettoyer fréquemment les surfaces des cours et des parcs de manière à favoriser des conditions aérobies.**

Conséquence possible :

- retarder la mise au pâturage des animaux **(système pastoral)** jusqu'à ce que les sols soient moins mouillés et moins vulnérables au compactage.

Une alimentation moins riche en fibres entraîne la production d'un moins gros volume de fumier, ce qui libère de l'espace dans les structures de stockage et laisse plus de latitude dans les décisions relatives aux épandages.

Des cours bien entretenues génèrent moins de gaz à effet de serre que celles dont l'entretien est plus espacé.



Une amélioration du stockage dans les exploitations à confinement partiel permet d'accroître la fréquence des nettoyages et de retarder la mise au pâturage jusqu'à ce que le sol se soit asséché et soit moins vulnérable au compactage.

GÉNÉTIQUE ET REPRODUCTION

Des améliorations au chapitre de l'efficience de la reproduction se traduisent directement par des diminutions des émissions dans les exploitations d'élevage.

Tout producteur s'efforce d'améliorer la qualité de ses reproducteurs dans le but, notamment, d'améliorer sa production, la qualité de ses produits et la résistance de son troupeau aux maladies.

Il existe pour toutes les espèces de bétail et de volaille courantes des programmes d'**amélioration génétique** qui permettent d'augmenter le rendement tout en diminuant les coûts des intrants. L'amélioration génétique permet aussi aux exploitations d'élevage de réduire leurs émissions de GES. Ainsi, une exploitation d'élevage inefficiente a-t-elle besoin d'un nombre plus grand de bêtes pour égaler la production d'une exploitation efficiente. En améliorant l'efficience de son exploitation, le producteur réduit du coup ses émissions de GES.

L'amélioration de l'**indice de conversion** chez les bovins fait d'une pierre deux coups : elle permet d'augmenter la productivité et de réduire les émissions de GES. Les scientifiques élaborent actuellement de nouveaux outils de sélection dans le but d'améliorer l'indice de conversion chez les bovins par le recours à l'amélioration génétique. Les producteurs commencent à avoir à leur disposition des méthodes innovatrices leur permettant d'identifier facilement les bovins qui sont génétiquement supérieurs aux autres au chapitre de l'indice de conversion.

L'efficacité de la production peut aussi profiter des efforts d'amélioration génétique si ceux-ci sont axés sur une meilleure **efficience de la reproduction**. Par exemple, il est possible d'augmenter le nombre de porcelets par truie en augmentant le taux de survie des porcelets avant le sevrage et en abaissant le taux de mortalité. Moins de GES sont émis par unité de production quand l'efficience de la reproduction est améliorée.

Beaucoup d'autres espèces d'animaux d'élevage ont été améliorées par la sélection génétique axée sur le **taux de croissance**. Des études montrent que l'augmentation de la vitesse de croissance par la sélection génétique amène une augmentation du rendement par unité d'intrant, ce qui signifie que le animaux atteignent plus rapidement le poids de marché, consomment moins d'aliments et utilisent avec plus d'efficacité des ressources fixes.

Quelle que soit l'espèce, les avantages environnementaux d'une augmentation du taux de croissance sont considérables. Il s'ensuit un nombre plus grand de produits animaux par unité de GES émise. Les agriculteurs canadiens ont la possibilité d'augmenter leur production de produits animaux sans faire prendre de l'expansion à leurs terres.

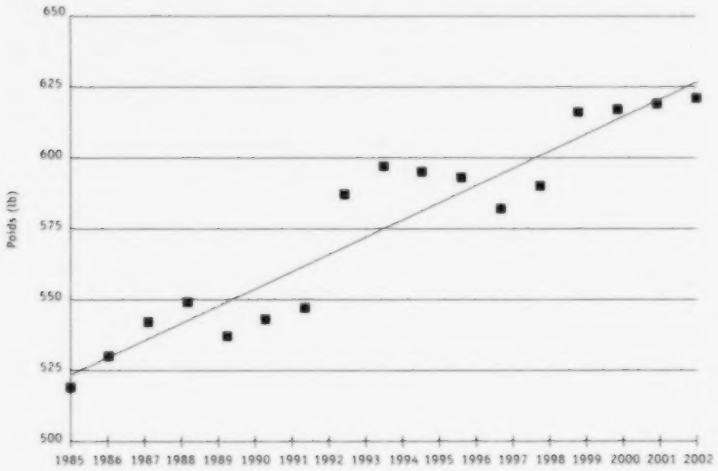
Les producteurs de poulets à griller ont augmenté considérablement la productivité et l'efficience de leurs élevages. L'amélioration génétique leur procure annuellement une augmentation du taux de croissance d'environ 2,4 % et une amélioration de l'indice de conversion de 1,2 %. Cette réussite leur a permis de réduire de 50 % le nombre de jours avant que les poulets n'arrivent sur le marché, et l'on s'attend à ce que ce délai continue de diminuer.

L'industrie du poulet à griller a beaucoup amélioré l'efficacité de sa production, réduisant du coup ses émissions nettes de GES par unité de production.

✔ **Choisir des sujets reproducteurs qui affichent une efficience de reproduction** améliorée ou supérieure à la moyenne. Tenir des registres exacts concernant le nombre de naissances, les poids, le taux de survie et la croissance en bas âge.

✔ **Mettre en œuvre un programme d'amélioration génétique ou trouver pour l'élevage une source extérieure d'animaux ayant un potentiel génétique élevé.** Avantages : amélioration de la productivité, augmentation des produits et hausse des profits. Les GES seront moins abondants en raison de la meilleure utilisation des aliments, de la diminution du volume de fumier produit et de la précocité de la mise en marché.

Tendances de poids corrigé au sevrage en Ontario de 1985 à 2001 selon le Programme (ontarien) d'amélioration des troupeaux de bovins de boucherie



L'amélioration génétique a déjà contribué à réduire les émissions de GES sur les fermes de l'Ontario. Depuis de nombreuses années, les éleveurs ont recours à la sélection génétique pour améliorer les caractéristiques de croissance de leurs animaux. Les résultats publiés par le Programme d'amélioration des troupeaux de bovins de boucherie de l'Ontario montrent que le poids moyen des veaux au sevrage est passé de 543 lb en 1990 à 621 lb en 2001. Selon la calculatrice des gaz à effet de serre offerte par la Canadian Cattlemen's Association, ces résultats se traduiraient par une réduction des émissions de GES de 12,5 %, toutes les autres variables étant constantes par ailleurs. Et il est possible au cours des années à venir d'améliorer encore cette performance.

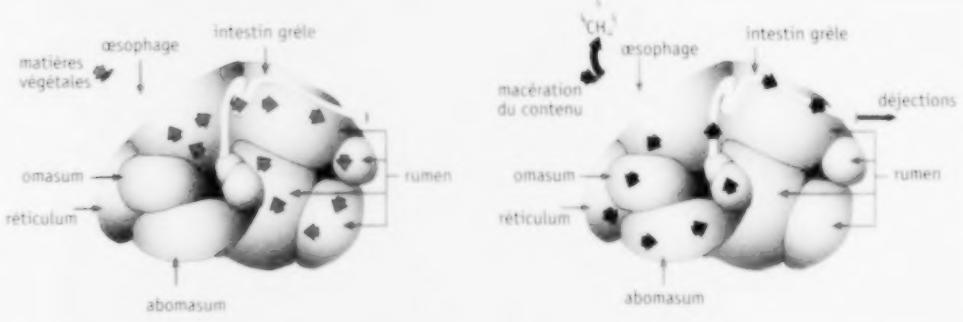
NUTRITION ET EAU

En production de bœuf, la réduction du gaspillage des aliments et l'amélioration de l'indice de conversion entraînent une baisse des émissions de GES par tête.

Toute mesure technologique qui réduit le gaspillage des aliments signifie une réduction du volume de fumier et des émissions de GES.

Les stratégies relatives aux rations et à l'alimentation sont de toute première importance pour la santé du bétail et de la volaille, leur rendement et la qualité des produits qu'on en tire. La réduction du gaspillage d'aliments et l'amélioration des rendements sont possibles pour peu qu'on prête attention aux principes régissant la nutrition animale, l'analyse des aliments, la formulation des rations et les stratégies alimentaires.

La digestion animale et les fèces et l'urine excrétées sont les principales sources de GES et d'éventuels polluants de l'eau attribuables aux élevages. De toute évidence, les pratiques qui améliorent le rendement et réduisent le gaspillage d'aliments contribuent aussi à réduire les émissions.



Les ruminants convertissent les matières végétales fibreuses en aliments destinés à la consommation humaine grâce à leur estomac qui compte quatre compartiments : le rumen (panse), le réticulum (bonnet ou réseau), l'omasum (feuillet) et l'abomasum (caillette). Le rumen représente 80 % du volume total de l'estomac. La fonction du rumen est d'abriter des micro-organismes qui assurent la production d'énergie par la décomposition et la fermentation des matières végétales. L'énergie produite sert aux fonctions d'entretien et de production. Le méthane figure au nombre des sous-produits de cette digestion.

Les principales sources de GES attribuables aux élevages sont le méthane produit par le rumen, le méthane produit par le fumier stocké ainsi que l'oxyde de diazote et l'ammoniac produits par le fumier. La nature et l'ampleur de ces émissions sont liées directement ou indirectement à la nutrition animale.

Les émissions de méthane produites par les ruminants et les non-ruminants peuvent être réduites par une meilleure gestion de la nutrition, c.-à-d. par l'amélioration de la qualité des fourrages grossiers et par leur équilibrage avec des céréales.

Répondre aux besoins en acides aminés essentiels peut réduire l'excrétion d'azote. L'utilisation de suppléments protéiques qui ne sont pas décomposables dans le rumen, comme des graines de soya torréfiées ou de la farine de gluten de maïs permet de réduire au minimum les excédents d'acides aminés non essentiels.

Avant de modifier le régime alimentaire des animaux dans le but de réduire les émissions de GES, se laisser guider par les principes applicables aux nutriments et aux aliments pour animaux. Il s'agit d'abord d'analyser la composition des aliments pour animaux en cours d'utilisation. Dans la mesure du possible, se faire aider d'un nutritionniste spécialisé dans les animaux d'élevage ou d'un représentant d'un fabricant d'aliments pour animaux. Ces personnes peuvent aider à la formulation

des rations à partir des aliments pour animaux disponibles en ajoutant, au besoin, des suppléments, de manière à répondre aux besoins nutritionnels des animaux tout en réduisant les émissions de GES et en atteignant les objectifs de production fixés pour l'élevage de bétail ou de volaille.

Pour plus d'information sur les besoins nutritionnels des porcs, des bovins de boucherie, des bovins laitiers, des ovins et de la volaille, consulter le site www.nap.edu/browse.html.

PRODUCTIVITÉ, RÉDUCTION DU GASPILLAGE D'ALIMENTS ET RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES, EN QUATRE ÉTAPES

1. Déterminer les besoins des animaux. Servir les aliments en vue de répondre aux besoins nutritionnels des animaux et, conséquemment, pour éviter le gaspillage.
2. Faire analyser les aliments. Connaître la teneur en éléments nutritifs des aliments servis aux animaux. Réduire ainsi les concentrations d'éléments nutritifs qui se retrouvent dans les excréments.
3. Ne servir que la quantité d'aliments nécessaire. En ne faisant que combler les besoins des animaux, on améliore l'efficience et on réduit le gaspillage.
4. Gérer les éléments nutritifs excrétés et le fumier. Gérer le fumier de manière que les cultures fourragères puissent utiliser efficacement les éléments nutritifs qu'il contient.

DIGESTION

La digestion est un processus métabolique complexe. Les aliments digérés sont utilisés pour :

- l'entretien – respiration, processus biologiques normaux;
- la croissance et les besoins liés à la production – viande, œufs, lait;
- la reproduction.

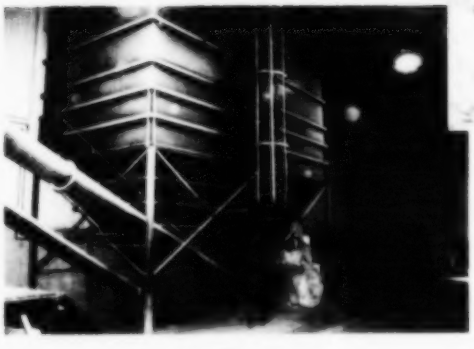
Les besoins nutritionnels sont directement liés au stade de croissance et au type de production.

Les taux d'excrétion sont quant à eux liés à la disponibilité des éléments nutritifs. L'excrétion dépend :

- de la consommation d'aliments et de nutriments;
- de l'indice de conversion;
- de l'excrétion normale par le métabolisme (p. ex. décomposition tissulaire).

Une amélioration de la nutrition se traduit par une une part accrue des aliments ingérés qui servent à la production et proportionnellement moins qui servent à l'entretien.

Des rations correctement formulées qui répondent avec précision aux besoins des animaux de manière à maximiser le taux de croissance entraînent une réduction des excrétions excessives de N et de P.



Faire analyser les aliments. Connaître la teneur en éléments nutritifs des aliments servis aux animaux. Réduire ainsi les concentrations d'éléments nutritifs qui se retrouvent dans les excréments.

Les monogastriques (non-ruminants), comme les volailles, les porcs, les chiens et les humains, sont incapables de digérer efficacement la cellulose.

Le méthane est un sous-produit de la digestion entérique par des micro-organismes appelés méthanogènes. Les émissions de méthane proviennent essentiellement de l'éructation. L'éructation représente une perte d'énergie alimentaire. Elle est causée par une mauvaise conversion des aliments. Le CH_4 dépend des constituants des aliments : plus l'aliment est riche en fibres, plus il y aura d'émissions de méthane.

Servir un régime alimentaire riche en fibres amène une plus grande production de méthane.

La digestion microbienne des fibres de cellulose contenues dans le fourrage grossier et de l'amidon contenu dans les céréales fournit l'énergie nécessaire à l'animal. Étant spécialisées, les espèces de micro-organismes contenus dans le rumen dégradent soit l'amidon, soit la cellulose. Quand la ration renferme beaucoup de fourrages grossiers, les micro-organismes digérant les fibres se multiplient et dominent. Si la ration est riche en céréales, la population des micro-organismes digérant l'amidon augmente.

Tout changement dans la composition d'une ration doit se faire graduellement pour laisser le temps (environ deux semaines) à la population de micro-organismes contenus dans le rumen de s'adapter. Toute pratique qui accélère le passage des fourrages grossiers dans l'appareil digestif a pour effet de réduire le taux de fermentation entérique.

DIGESTION CHEZ LES RUMINANTS

Les ruminants sont responsables à eux seuls de 80 % des émissions de méthane provenant des élevages. Ils convertissent les matières végétales fibreuses en aliments destinés à l'alimentation humaine, grâce à leur estomac qui comporte quatre compartiments, soit le rumen (panse), le réticulum (bonnet ou réseau), l'omasum (feuillet) et l'abomasum (caillette). Le rumen représente 80 % du volume total de l'estomac.

La fonction du rumen est d'abriter des micro-organismes tels que bactéries, protozoaires et champignons. Ces micro-organismes assurent la production d'énergie par la décomposition et la fermentation des matières végétales. L'énergie produite sert aux fonctions d'entretien et de production.

Les ruminants peuvent utiliser deux types de composés azotés présents dans leurs rations : les protéines vraies et l'azote non protéique (ANP). La digestion d'une protéine en particulier dépend en grande partie de son caractère dégradable.

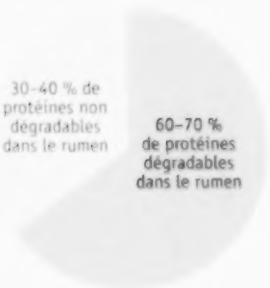
L'ANP (p. ex. urée, ammonium) est soluble et facilement utilisé par les micro-organismes du rumen, comme le sont certaines protéines facilement digestibles. La quantité assimilée dépend de l'apport énergétique, un peu comme le ratio C:N dans les sols. Si l'énergie est insuffisante ou si les protéines sont en excès, la plupart de l'ANP sera éliminé sous forme d'urine.

Tôt ou tard, les micro-organismes deviennent une source de protéines lorsqu'ils entrent dans l'intestin grêle.

L'efficacité d'utilisation de l'azote dépend de deux facteurs :

- l'équilibre entre les types de protéines et les sources d'azote dans la ration, et
- l'équilibre entre les sources d'azote et l'énergie « fournie » aux bactéries du rumen.

Les rations optimales fournissent 30–40 % de protéines non dégradables dans le rumen et 60–70 de protéines dégradables dans le rumen. L'azote non protéique ne devrait pas constituer plus que 30 % de toutes les protéines fournies par les aliments.



Les rations optimales fournissent 30–40 % de protéines non dégradables dans le rumen et 60–70 % de protéines dégradables dans le rumen.

Les monogastriques (non-ruminants), comme les volailles, les porcs, les chiens et les humains, sont incapables de digérer efficacement la cellulose.

Le méthane est un sous-produit de la digestion entérique par des micro-organismes appelés méthanogènes. Les émissions de méthane proviennent essentiellement de l'éructation. L'éructation représente une perte d'énergie alimentaire. Elle est causée par une mauvaise conversion des aliments. Le CH_4 dépend des constituants des aliments : plus l'aliment est riche en fibres, plus il y aura d'émissions de méthane.

Servir un régime alimentaire riche en fibres amène une plus grande production de méthane.

La digestion microbienne des fibres de cellulose contenues dans le fourrage grossier et de l'amidon contenu dans les céréales fournit l'énergie nécessaire à l'animal. Étant spécialisées, les espèces de micro-organismes contenus dans le rumen dégradent soit l'amidon, soit la cellulose. Quand la ration renferme beaucoup de fourrages grossiers, les micro-organismes digérant les fibres se multiplient et dominent. Si la ration est riche en céréales, la population des micro-organismes digérant l'amidon augmente.

Tout changement dans la composition d'une ration doit se faire graduellement pour laisser le temps (environ deux semaines) à la population de micro-organismes contenus dans le rumen de s'adapter. Toute pratique qui accélère le passage des fourrages grossiers dans l'appareil digestif a pour effet de réduire le taux de fermentation entérique.

DIGESTION CHEZ LES RUMINANTS

Les ruminants sont responsables à eux seuls de 80 % des émissions de méthane provenant des élevages. Ils convertissent les matières végétales fibreuses en aliments destinés à l'alimentation humaine, grâce à leur estomac qui comporte quatre compartiments, soit le rumen (panse), le réticulum (bonnet ou réseau), l'omasum (feuillet) et l'abomasum (caillette). Le rumen représente 80 % du volume total de l'estomac.

La fonction du rumen est d'abriter des micro-organismes tels que bactéries, protozoaires et champignons. Ces micro-organismes assurent la production d'énergie par la décomposition et la fermentation des matières végétales. L'énergie produite sert aux fonctions d'entretien et de production.

Les ruminants peuvent utiliser deux types de composés azotés présents dans leurs rations : les protéines vraies et l'azote non protéique (ANP). La digestion d'une protéine en particulier dépend en grande partie de son caractère dégradable.

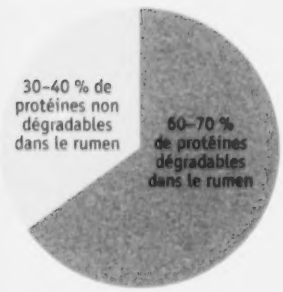
L'ANP (p. ex. urée, ammonium) est soluble et facilement utilisé par les micro-organismes du rumen, comme le sont certaines protéines facilement digestibles. La quantité assimilée dépend de l'apport énergétique, un peu comme le ratio C:N dans les sols. Si l'énergie est insuffisante ou si les protéines sont en excès, la plupart de l'ANP sera éliminé sous forme d'urine.

Tôt ou tard, les micro-organismes deviennent une source de protéines lorsqu'ils entrent dans l'intestin grêle.

L'efficacité d'utilisation de l'azote dépend de deux facteurs :

- ▶ l'équilibre entre les types de protéines et les sources d'azote dans la ration, et
- ▶ l'équilibre entre les sources d'azote et l'énergie « fournie » aux bactéries du rumen.

Les rations optimales fournissent 30–40 % de protéines non dégradables dans le rumen et 60–70 de protéines dégradables dans le rumen. L'azote non protéique ne devrait pas constituer plus que 30 % de toutes les protéines fournies par les aliments.



Les rations optimales fournissent 30–40 % de protéines non dégradables dans le rumen et 60–70 % de protéines dégradables dans le rumen.

FACTEURS DE GESTION DE L'ALIMENTATION

FACTEUR	DESCRIPTION
GROUPAGE	• Groupage des animaux par stade de croissance, âge, poids, aux fins de leur alimentation
SEXE	• Alimentation des non-ruminants selon leur sexe
ENVIRONNEMENT	• Modification du régime alimentaire selon les besoins créés par les saisons, les conditions climatiques locales et les conditions de logement
STRATÉGIE ALIMENTAIRE	• Planification et réglage des rations en fonction des stades de croissance (alimentation multiphase)
GASPILLAGE	• Adoption de PGO visant à réduire le gaspillage et les débordements accidentels
TRANSFORMATION DES ALIMENTS	• Modifications apportées aux aliments pour les rendre plus appétents et plus facilement assimilables

Grouper les animaux par stade de croissance, âge et poids pour atteindre une plus grande efficacité et réduire les émissions de GES.

FACTEUR	DESCRIPTION
DISPONIBILITÉ DES NUTRIMENTS	• Se servir des résultats d'analyse des aliments pour en déterminer la disponibilité et formuler les rations
GÉNÉTIQUE	• Ajuster la ration en fonction du potentiel génétique lié entre autres au taux de croissance et à l'indice de conversion
INDICE DE CONVERSION	• Équilibrer les rations et utiliser des facteurs de croissance pour améliorer l'indice de conversion
ALIMENTS SPÉCIAUX	• Utiliser des suppléments d'acides aminés et des aliments enrichis d'enzymes spécifiques
APPROVISIONNEMENT EN EAU	• Veiller à la bonne teneur en minéraux, à la salubrité et à la qualité de l'eau

ÉQUILIBRE NUTRITIONNEL ET EXCRÉTION

Une ration correctement formulée fournit des quantités convenables de tous les nutriments nécessaires pour que les animaux atteignent l'objectif de production souhaité. Pour formuler correctement une ration, il faut :

- tenir compte des caractéristiques des animaux (sexe, poids, gabarit, état corporel, gain de poids recherché, stade de production);
- faire analyser les aliments;
- envisager différentes pratiques de gestion de l'alimentation – p. ex. ajout d'additifs alimentaires.

La nutrition de précision est un moyen de veiller à ce que le bétail et la volaille reçoivent la bonne quantité de nutriments selon un ratio idéal, de manière à garantir un indice de conversion optimal.

Le ratio des acides aminés nécessaires à la croissance est fixe; une carence en un acide aminé affectera la croissance globale.

Les acides aminés qui sont absorbés et qui ne servent pas à la croissance ou à la production servent de source d'énergie. Il en résulte une production d'ammoniac. L'ammoniac est détoxifié dans le foie, ce qui produit de l'urée qui est excrétée dans l'urine. L'urée peut se volatiliser (sous forme d'ammoniac) quand elle est mêlée à des fèces.

Selon le Centre de recherches de Lacombe, des rations bien équilibrées permettraient de réduire de 14 % les émissions de GES des parcs d'engraissement.

NUTRITION ET RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE MÉTHANE

La production de méthane par les ruminants varie selon :

- les caractéristiques des aliments;
- les portions servies et l'horaire des repas;
- l'équilibre nutritionnel (p. ex. fumier riche en N = plus de pertes de méthane);
- les additifs; et
- la santé et la forme des animaux.

Les émissions de méthane par les bovins laitiers ont chuté de 15 % en 30 ans, en grande partie grâce aux progrès de la nutrition et à l'amélioration de l'indice de conversion. On compte aujourd'hui 41 % moins de vaches laitières. De nos jours, les vaches produisent plus de lait par tête et 20 % plus de lait dans l'ensemble.

- ✔ **Déterminer la teneur en éléments nutritifs des rations** pour mieux cerner leur biodisponibilité.
- ✔ **Ajuster les rations** pour assurer un équilibre nutritionnel, un moins grand gaspillage d'éléments nutritifs et de meilleures performances (p. ex. équilibre des acides aminés pour la réduction des émissions de méthane chez les porcs).
- ✔ **Choisir des aliments qui améliorent la production.** Tenir compte du type d'aliment, de sa biodisponibilité et de sa qualité. Chez les ruminants, la consommation d'un fourrage de haute qualité entraîne une moins grande production de méthane. De même, davantage de céréales – avec moins de fourrage grossier et plus d'éléments nutritifs disponibles – amène une moins grande production de méthane.
- ✔ **Utiliser des aliments de spécialité.** Les aliments qui renferment des ingrédients spéciaux peuvent contribuer à améliorer l'indice de conversion (p. ex. des légumineuses enrichies d'enzymes pour les non-ruminants).
- ✔ **Utiliser des additifs s'ils peuvent être utiles.** L'équilibre du cuivre et du zinc peut agir à la manière d'un stimulateur de croissance afin d'accroître la productivité.

Faire analyser les aliments pour déterminer la biodisponibilité des éléments nutritifs.

Utiliser des aliments de haute qualité. L'emploi d'excellents fourrages abaisse les émissions de méthane.

[illegible]

- ✔ **Regrouper les animaux par sexe, par âge et par stade de production**, afin de mieux cibler les besoins alimentaires des animaux (alimentation selon le sexe de l'animal).
- ✔ **Accorder de l'attention à la forme sous laquelle se présentent les aliments transformés.** Les aliments broyés ou en agglomérés peuvent réduire de 20 à 40 % les émissions de méthane.
- ✔ **Prêter attention à la conception des distributeurs d'aliments et à la présentation des aliments.** Il s'agit de réduire les pertes d'aliments durant l'alimentation et le gaspillage d'aliments.
- ✔ **Ajuster les rations en fonction des conditions météorologiques.** Les conditions météorologiques peuvent influencer les programmes alimentaires. Par exemple, l'été quand il fait très chaud, les porcs mangent moins, mais ont besoin d'un surplus d'énergie pour dissiper la chaleur, d'où la nécessité de leur offrir une ration qui, tout en étant riche en éléments nutritifs, affiche un faible rapport protéines-énergie.

Réduire les pertes d'aliments en améliorant la technologie utilisée.

Ajuster les rations en fonction des conditions climatiques afin de réduire la teneur en azote du fumier.

L'utilisation d'ingrédients hautement digestibles par suite de traitements technologiques (réduction de la taille des particules, agglomération, expansion) ou de l'ajout d'enzymes peut réduire la quantité d'éléments nutritifs perdus ou gaspillés. Par exemple, l'agglomération des aliments améliore l'indice de conversion de 8,5 % et la digestibilité des protéines de 3,7 %.

L'amélioration de l'indice de conversion amène une réduction de l'excrétion d'éléments nutritifs.

[illegible]

- ✔ **Réduire la part des protéines brutes dans l'alimentation.** Veiller à ce que tous les nutriments soient équilibrés. Pour les ruminants, des rations riches en N entraînent de grosses pertes de cet élément dans l'urine. Selon des chercheurs, ces pertes s'élèveraient à 80 % lorsque la consommation de N par les porcs dépasse 500 g/jour. Les excrétions urinaires de N croissent de façon exponentielle à mesure qu'augmente la consommation de N.
- ✔ **Réduire la part des protéines brutes dans l'alimentation des ruminants.** Chez les bovins laitiers, l'azote conjugué à un apport élevé en protéines brutes entraîne une forte excrétion de N.

- ✔ **Assurer un meilleur équilibre des acides aminés.** Chez les porcs, cette mesure peut amener une réduction de 40 % des émissions de méthane et d'azote ammoniacal. Chez les volailles, avec un taux d'adoption de 40 %, une réduction de 15 % de la consommation de protéines aiderait à respecter les protocoles de Kyoto.
- ✔ **Améliorer le potentiel de rendement.** Améliorer la productivité et l'indice de conversion demeure la stratégie la plus évidente pour réduire l'excrétion d'éléments nutritifs et augmenter la rentabilité.
- ✔ **Augmenter la biodisponibilité des éléments nutritifs.** Soumettre les aliments pour non-ruminants à des traitements aux enzymes et les débarrasser des facteurs anti-nutritionnels (p. ex. tanins, polyphénols).
- ✔ **Pratiquer l'alimentation multiphase.** La formulation des rations en fonction du sexe de l'animal permet de mieux répondre aux besoins nutritifs des animaux tout en limitant la quantité d'éléments nutritifs qui sont donnés en excès et tout en réduisant l'excrétion d'éléments nutritifs. Chez les porcs d'engraissement, cette mesure contribue donc à assurer une correspondance plus étroite entre les concentrations d'acides aminés dans les rations et les besoins nutritionnels des porcs, ce qui amène une réduction des excrétions de N. Répondre avec plus de précision aux besoins en N permet de réduire de 13 % les rejets d'azote dans le fumier.
- ✔ **Fournir des suppléments d'acides aminés (AA) afin de produire une protéine affichant un équilibre quasi parfait des AA.** Un porc de 15 kg convertit en protéines de structure 87 % de l'azote qu'il ingère au delà du niveau d'entretien. Chez les volailles, des suppléments de méthionine et de lysine permettent de réduire la teneur en protéines brutes (les teneurs en AA dépendent du rapport de la lysine digestible aux autres AA).
- ✔ **Suivre les directives alimentaires afin de réduire les émissions d'ammoniac.** Formuler les rations de manière à répondre aux besoins des animaux et à réduire les émissions d'ammoniac.

Réduire les concentrations d'azote dans le fumier par un meilleur équilibre des acides aminés dans les rations.

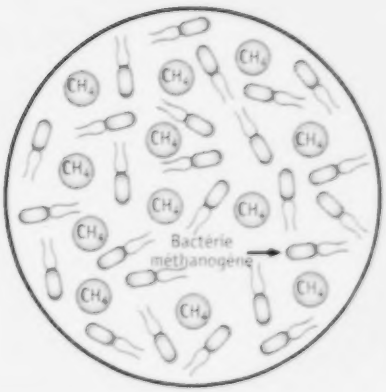
Réduire les excrétions d'azote par l'alimentation multiphase.

[redacted]

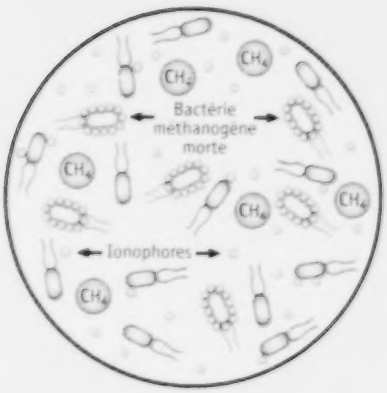
Les ionophores réduisent la production de méthane attribuable à la fermentation dans le rumen et améliorent le rendement et le gain de poids. Utiliser des ionophores pour :

- améliorer l'efficacité avec laquelle l'énergie est métabolisée en augmentant le rapport des acétates aux propionates (les acides gras volatils) et en diminuant les pertes d'énergie durant la fermentation des aliments;
- freiner la dégradation des protéines alimentaires et de la synthèse des protéines bactériennes, de manière à accroître l'efficacité des rations renfermant des fourrages grossiers;
- réduire l'incidence d'acidose, de coccidiose et de ballonnements.

Les ionophores peuvent réduire jusqu'à 24 % les rejets de méthane.



Les ionophores réduisent la production de méthane attribuable à la fermentation dans le rumen.



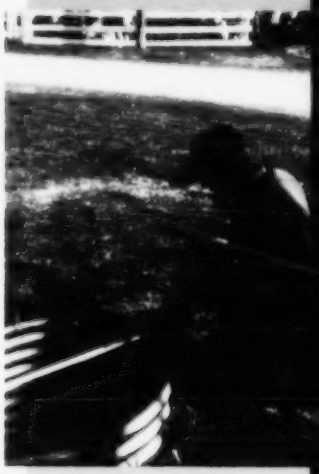
Les ionophores freinent la méthanogénèse et peuvent réduire jusqu'à 24 % les rejets de méthane.

De l'eau propre en quantité suffisante est une nécessité pour la santé des animaux et l'efficacité de la production. Ici encore, la réduction des émissions de GES est liée à l'efficacité de la production. Des contraintes au niveau de la consommation d'eau peuvent nuire au rendement en causant des problèmes de déshydratation, des problèmes de vue et d'ouïe et des problèmes urinaires. Voici quelques facteurs susceptibles d'influencer la consommation d'eau :

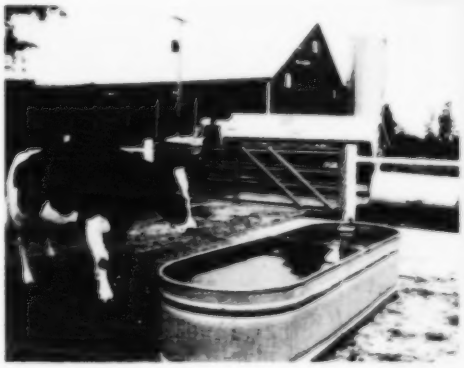
- la température de l'eau – elle doit idéalement se situer autour de 4,0–18,0 °C (40–65 °F);
- l'accès – il doit être libre de préférence;
- la composition de la ration – une augmentation des teneurs en sels ou en protéines stimule la consommation d'eau;
- les facteurs de stress – ils peuvent réduire la consommation;
- la qualité de l'eau – au chapitre notamment de sa salinité, de sa teneur en matières solides dissoutes et en nitrates, de son pH, de ses caractéristiques microbiologiques et de sa teneur en produits chimiques.

✔ **Pour préserver la qualité de l'eau,** il faut :

- **la faire analyser périodiquement;**
- **interpréter les résultats** pour voir si l'eau pose un problème de salubrité ou de qualité;
- **prendre des mesures correctrices** visant la protection et la réparation des puits, le traitement de l'eau ou l'abandon d'un puits.



Les nitrates, les bactéries, la matière organique et les matières sèches en suspension sont les contaminants des sources d'eau à la ferme qui sont les plus fréquents et qui peuvent avoir des répercussions fâcheuses sur le bétail et la volaille.



Faire analyser l'eau potable périodiquement et prendre des mesures correctrices si, selon les résultats d'analyse, l'eau présente un problème de salubrité.

SOINS AUX ANIMAUX ET SALUBRITÉ DES ALIMENTS

MANIPULATION ET BIEN-ÊTRE DES ANIMAUX

Ici encore, c'est l'efficience de la production qui constitue le lien entre la réduction des émissions de GES et la santé animale ainsi que la salubrité des aliments. Il existe des ressources abondantes qui traitent de ces sujets. Nous n'aborderons ici que les principaux points.

Non seulement une meilleure manipulation donne-t-elle des animaux mieux traités et subissant moins de stress, mais elle se traduit aussi par une qualité accrue des produits qu'on tire de ces animaux, des pertes moins importantes, une efficience accrue et une réduction des émissions de GES.

L'amélioration de l'état de santé du troupeau, ou des conditions de logement dans lesquelles il est maintenu, contribuent à améliorer l'indice de conversion et, du coup, à réduire les excrétions d'éléments nutritifs.

Les pratiques sanitaires et les soins aux animaux comprennent :

- **l'identification des animaux et la tenue de registres;**
- **la vaccination;**
- **l'établissement d'un plan de biosécurité;**
- **la sécurité et le contrôle des accès.**

L'amélioration de l'état sanitaire du troupeau, au point qu'il soit considéré exempt de pathogènes spécifiques, entraînerait apparemment une amélioration pouvant aller jusqu'à 10 % de l'indice de conversion et une réduction de 10 % des excrétions de N.

La santé des animaux est directement liée à la production et à l'efficience de la production.

SALUBRITÉ DES ALIMENTS À LA FERME

Des programmes de salubrité et de contrôle de la qualité des aliments ont été élaborés pour la plupart des groupes de produits animaux afin de promouvoir de bonnes pratiques de production (BPP). Le plus souvent, ces BPP, qui visent la salubrité et la qualité des produits, entraînent une amélioration de l'indice de conversion, une réduction du gaspillage et une amélioration de l'hygiène, autant de facteurs qui contribuent à réduire les émissions de GES.

Chicken Farmers of Ontario :
Programme d'assurance de la salubrité des aliments à la ferme (On-Farm Food Safety Assurance Program)
www.cfo.on.ca
905-637-0025

Dairy Farmers of Ontario :
Programme de contrôle de la qualité du lait cru
www.milk.org
905-821-8970

Ontario Cattlemen's Association :
Programme d'assurance-qualité (Quality Starts Here)
www.qualitystartshere.on.ca
519-824-0334

Ontario Pork :
Information sur le programme Assurance qualité canadienne (AQC)[MD]
www.ontariopork.on.ca
1-877-ONT-PORK

Ontario Sheep Marketing Association :
www.ontariosheep.org
519-836-0043

Pour plus d'information, se référer à la documentation sur l'assurance-qualité fournie par les différents regroupements de producteurs.

LOGEMENT DES ANIMAUX

Il est possible de réduire les émissions de GES produites par les élevages de bétail et de volaille en prêtant attention au choix de l'emplacement et à la conception des installations, à la ventilation ainsi qu'à la gestion de la litière et du fumier. Les économies d'énergie réduisent indirectement les émissions. Là encore, il n'y a que des gagnants, qu'il s'agisse des producteurs ou de l'environnement.

Un système de ventilation bien conçu permet d'obtenir un environnement, de la litière et un fumier plus secs. Moins de GES se dégagent du fumier sec.

VENTILATION ET CHAUFFAGE

✔ **Assurer une ventilation adéquate** afin d'offrir aux animaux une aire de couchage plus sèche et plus fraîche. Cette mesure peut réduire du même coup les émissions de méthane et d'ammoniac. Un système de ventilation naturelle rudimentaire consiste à ménager des ouvertures dans les murs latéraux ou à recourir à une combinaison d'ouvertures dans les murs latéraux, d'ouvertures au faîte ou de cheminées de ventilation. L'isolation des bâtiments ainsi ventilés rappelle celle des bâtiments d'élevage ventilés mécaniquement. Elle doit tenir compte des changements dans la direction et la vitesse des vents ainsi que dans les températures de l'air.

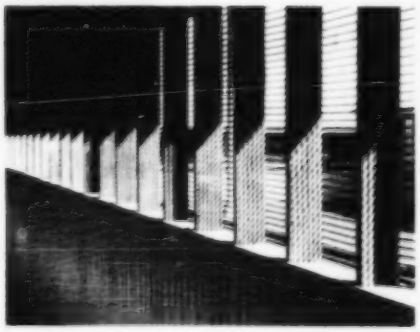
✔ **Réduire les concentrations d'ammoniac par la ventilation.** L'ammoniac est produit par la décomposition des composés azotés (p. ex. les protéines non dégradées) du fumier. À des concentrations élevées (plus de 15 ppm), l'ammoniac est un irritant pour les yeux, les narines et la gorge.

Son odeur forte caractéristique en fait un gaz facile à déceler sitôt que les concentrations atteignent 5-10 ppm. Pour maîtriser les niveaux d'ammoniac :

- ✔ **réduire la teneur en eau du fumier** et chasser l'humidité des installations;
- ✔ **augmenter le taux de renouvellement d'air** (l'installation d'un chauffage d'appoint peut être nécessaire pour compenser les températures décroissantes dans le bâtiment d'élevage);
- ✔ dans la mesure du possible, **accroître l'aération du fumier mis en tas** ainsi que l'aération des aires servant au logement des animaux (par une meilleure ventilation); cette mesure peut amener une réduction de 10 % des émissions de méthane et d'oxyde de diazote.

✔ **Augmenter la valeur « R »** de l'isolation afin de réduire les pertes de chaleur par conduction.

L'accroissement du taux de renouvellement d'air réduit la concentration d'ammoniac dans le bâtiment d'élevage.



Des chercheurs étudient actuellement les additifs alimentaires, la manutention du fumier et la conduite de l'élevage dans l'espoir de résoudre le problème que constitue l'ammoniac. Il est bien connu qu'une bonne gestion du fumier, une ventilation et un chauffage convenables permettent de maîtriser les niveaux d'ammoniac dans tous les bâtiments d'élevage de bétail et de volaille.

Bovins laitiers

✔ **Choisir la litière avec soin.** La litière est une source importante de GES. La paille est responsable à elle seule d'environ 80 % des émissions de méthane produites par le fumier dans les étables à stabulation entravée. La litière est la principale source de N_2O; elle double les émissions totales de GES produites par les bovins.

✔ **Les producteurs qui envisagent d'agrandir leur exploitation devraient orienter leur choix vers des étables à stabulation libre.** Les étables à stabulation entravée sur litière de paille génèrent davantage de méthane que les étables à stabulation libre.

✔ **Gérer le système en recourant moins au confinement.** Plus le confinement des animaux est grand, plus les émissions de méthane et d'oxyde de diazote sont élevées.

La litière est la principale source d'oxyde de diazote.

Bovins de boucherie

✔ **Gérer le système en recourant moins au confinement.** Plus le confinement des animaux est grand, plus les émissions de méthane et d'oxyde de diazote sont élevées. Les systèmes qui reposent sur le confinement produisent plus de GES que ceux qui reposent sur la mise au pâturage des animaux, car il risque davantage de se créer des conditions anaérobies et partiellement anaérobies dans les parcs et les cours d'exercice.

✔ **Gérer le fumier.** Des nettoyages fréquents et l'évacuation du fumier vers une structure de stockage évitent les accumulations de fumier et la création de conditions anaérobies propices aux émissions de méthane et d'oxyde de diazote.

Les systèmes reposant sur le pâturage intensif produisent moins d'émissions que les systèmes de confinement.

Porcs

✔ **Éviter les systèmes sur litière.** La litière multiplie par dix les émissions de N_2O par rapport aux systèmes de gestion sur fumier liquide, en créant des conditions anaérobies propices à la production de méthane.

Volaille

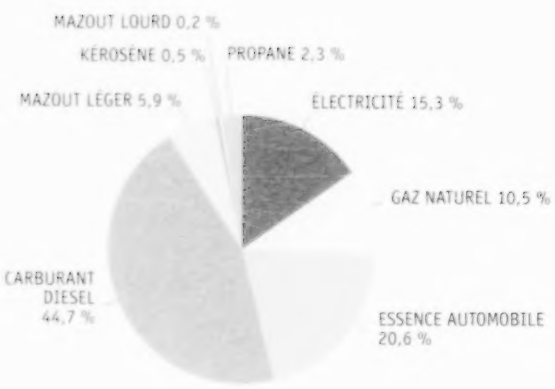
✔ **Au moment d'envisager un projet d'expansion, étudier la possibilité d'élever les volailles sur des terrains de parcours libre.** Les élevages de volaille produisent moins d'émissions de GES quand les volailles sont élevées sur terrains de parcours libre que quand elles sont en cage. Les concentrations les plus élevées de N_2O sont observées dans les systèmes d'élevage en cage.

✔ **Augmenter la ventilation par l'évacuation et le stockage du fumier.** Cette mesure chasse l'humidité et réduit les émissions d'oxyde de diazote et jusqu'à un certain point les émissions de méthane.

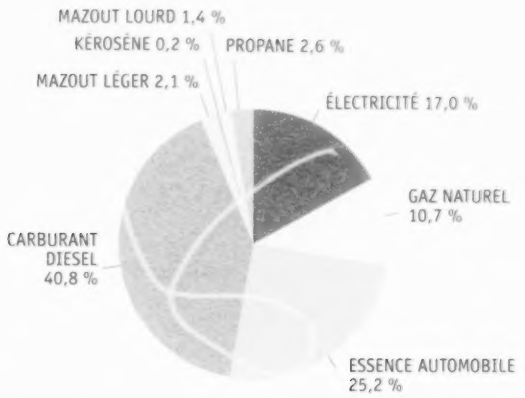
Les systèmes d'élevage en cage dégagent plus d'oxyde de diazote que les systèmes d'élevage sur terrains de parcours libre.

CONSERVATION ET PRODUCTION DE L'ÉNERGIE

L'agriculture est un secteur d'activité grand consommateur d'énergie. Des sources fiables d'énergie sont nécessaires à la production des cultures, au logement des animaux, au transport et à la vie rurale.



CONSOMMATION D'ÉNERGIE EN 1999 SELON LA SOURCE
229,9 PÉTAJOULES



CONSOMMATION D'ÉNERGIE EN 2003 SELON LA SOURCE
211,9 PÉTAJOULES

L'agriculture est un secteur d'activité qui consomme beaucoup d'énergie, celle-ci étant utilisée en bonne partie pour les véhicules de ferme et la machinerie.

L'agriculture présente aussi un potentiel intéressant sur le plan de la production d'énergie, comme le montrent les pages qui suivent.

Toutes les occasions de conserver l'énergie valent doublement la peine d'être saisies; elles abaissent les dépenses du producteur et réduisent les émissions.

CONSERVATION DE L'ÉNERGIE À LA MAISON

CATÉGORIE	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES	EFFETS
EMPLACEMENT	✔ Orienter le bâtiment selon un axe est-ouest ✔ Construire des avant-toits pour économiser l'énergie	• Captage maximal de l'énergie solaire durant l'hiver • Réchauffement minimal par le soleil durant l'été • Réduction des pertes de chaleur • Réduction des besoins énergétiques
AMÉNAGEMENT PAYSAGER	✔ Planter des arbres jetant de l'ombre ✔ Choisir un site où le bâtiment est abrité ✔ Installer des plantations brise-vent	• Utilisation maximale de l'énergie solaire • Protection des vents dominants offerte par les collines • Réduction des pertes de chaleur ou des besoins énergétiques
ISOLATION	✔ Savoir où l'isolation est nécessaire ✔ Choisir des produits convenables ✔ Installer l'isolant convenablement ✔ Installer les pare-vapeur convenablement	• Protection avec de l'isolant là où les pertes de chaleur sont les plus grandes • Réduction des besoins énergétiques • Efficacité assurée des matériaux isolants • Réduction des pertes de chaleur durant l'hiver • Ensemble des zones critiques protégées des pertes de chaleur
VENTILATION	✔ Respecter les codes du bâtiment ✔ Recourir à une technologie appropriée	• Protection de l'isolant et du pare-vapeur • Réduction des besoins énergétiques
CHAUFFAGE	✔ Choisir un système d'une puissance adaptée aux besoins ✔ Opter pour un appareil à haut rendement ✔ Utiliser des sources de chauffage d'appoint	• Amélioration de l'efficacité énergétique ou réduction des besoins en énergie
VÉRIFICATIONS DE LA GESTION DE L'ÉNERGIE	✔ Effectuer une vérification de la gestion de l'énergie à la maison	• Amélioration de l'efficacité énergétique ou réduction des besoins en énergie
EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE	✔ Utiliser la lumière naturelle ✔ Opter pour un plan d'aménagement à aires ouvertes ✔ Fermer les pièces moins utilisées ✔ Choisir des revêtements de sol et un décor écoénergétiques ✔ Installer des portes et des fenêtres écoénergétiques ✔ Doter les appareils de chauffage, d'éclairage et électroménagers de dispositifs d'économie d'énergie ✔ Utiliser des électroménagers écoénergétiques ✔ Utiliser des appareils d'éclairage écoénergétiques	• Utilisation plus efficace des sources d'énergie naturelles • Confort accru • Réduction des besoins en électricité et en énergie
	✔ Utiliser des méthodes passives de conservation de l'énergie : • lumière naturelle • ventilation naturelle • tours de refroidissement	• Confort accru • Réduction des pertes de chaleur durant l'hiver • Dissipation de la chaleur durant l'été • Réduction des besoins énergétiques
	✔ Recourir aux formes d'énergie renouvelables chaque fois qu'il est possible de le faire : cellules photovoltaïques, panneaux solaires, petites éoliennes, énergie géothermique, etc.	• Réduction des besoins en électricité et en énergie

INSTALLATIONS D'ÉLEVAGE

CATÉGORIE	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES	EFFETS
CHOIX DU SITE	✔ Orienter le bâtiment selon un axe est-ouest ✔ Rapprocher le bâtiment des autres et des collines ✔ Installer des plantations brise-vent ✔ Construire des avant-toits pour économiser l'énergie	• Captage maximal de l'énergie solaire durant l'hiver • Réchauffement minimal par le soleil durant l'été • Réduction des besoins en électricité et en énergie (géothermique et autre)
ISOLATION	✔ Savoir où l'isolation est nécessaire ✔ Choisir des produits convenables ✔ Installer l'isolant correctement	• Réduction des besoins en électricité et en énergie
VENTILATION	✔ Choisir une technologie appropriée ✔ Utiliser des systèmes éconergétiques (p. ex. de récupération de la chaleur)	• Confort accru des animaux • Réduction directe des émissions de GES • Réduction des besoins énergétiques
SYSTÈMES PASSIFS DE CONSERVATION DE L'ÉNERGIE	✔ Utiliser des systèmes passifs de récupération de l'énergie pouvant libérer de l'énergie durant les nuits froides	• Réduction des pertes de chaleur • Réduction des besoins énergétiques
MOTEURS ÉLECTRIQUES	✔ Utiliser des moteurs éconergétiques ✔ Surveiller la consommation d'énergie ✔ Bien choisir la grosseur du câblage et la puissance des sources d'énergie d'appoint	• Amélioration de la gestion des charges et des crêtes • Réduction de la consommation liée à la demande
VÉRIFICATIONS DE LA GESTION DE L'ÉNERGIE	✔ Effectuer une vérification de la gestion de l'énergie à la ferme	• Amélioration de l'efficacité énergétique • Économies de coûts

Utiliser des systèmes de ventilation éconergétiques.

SECTEUR LAITIER

CATÉGORIE	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES	EFFETS
ÉCLAIRAGE D'APPOINT ÉCONERGÉTIQUE	✔ Installer des fluorescents éconergétiques dans les étables à stabulation entravée ✔ Installer des ampoules à décharge à haute intensité (DHI)	• Production accrue • Réduction des besoins et de la demande en électricité
CONFORT DES VACHES	✔ Installer des asperseurs ✔ Installer des systèmes de refroidissement par évaporation	• Refroidissement accru • Réduction de la consommation d'énergie
MATÉRIEL DE TRAITE	✔ Utiliser une pompe dont le débit est ajusté par un moteur à vitesse variable ✔ Utiliser des prérefroidisseurs ✔ Installer un chauffe-eau et un récupérateur de chaleur ✔ Faire l'entretien des systèmes de vide ✔ Utiliser des compresseurs à vis sans fin	• Amélioration de l'efficacité énergétique • Économies de coûts • Réduction des besoins énergétiques
GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS	✔ Préparer et respecter un programme de gestion des éléments nutritifs	• Réduction de la consommation d'énergie par la réduction de la quantité de fertilisants utilisés • Usage plus efficace du matériel d'épandage

L'énergie solaire peut servir à faire fonctionner les abreuvoirs.

ÉCONOMIES D'ÉNERGIE DANS D'AUTRES SECTEURS D'ÉLEVAGE

CATÉGORIE	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES	EFFETS
ÉCONOMIES D'ÉNERGIE DANS LES EXPLOITATIONS PORCINES	✔ Aménager des compartiments pour les porcelets (enclos entourés de cloisons pleines accessibles aux porcelets dans les cases de mise-bas) ✔ Surveiller et réduire la consommation d'énergie	• Réduction de la consommation de combustibles fossiles • Économies d'électricité accrues
AUTRES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE DANS LES PORCHERIES	✔ Utiliser des appareils d'éclairage éconergétiques ✔ Améliorer la ventilation ✔ Améliorer le refroidissement ✔ Installer des échangeurs de chaleur ✔ Installer des systèmes de refroidissement par évaporation pendant l'été	• Réduction de la demande en électricité et de la consommation d'énergie • Réduction de la consommation d'énergie pour le chauffage • Confort accru; réduction de la mortalité
EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE EN AVICULTURE	✔ Utiliser des appareils d'éclairage éconergétiques ✔ Améliorer la ventilation ✔ Améliorer l'efficacité du chauffage	• Réduction de la demande en électricité et de la consommation d'énergie • Réduction de la consommation d'énergie pour le chauffage • Confort accru; réduction de la mortalité
BROUTAGE DES ANIMAUX	✔ Utiliser aussi l'énergie solaire et l'énergie éolienne pour alimenter les abreuvoirs	• Réduction de la consommation d'électricité
SÉCHAGE DU GRAIN	✔ Utiliser des sources d'énergie de remplacement ✔ Installer des systèmes de récupération de la chaleur ✔ Intégrer des méthodes de séchage naturel ✔ Recourir aux traitements par aération pour améliorer l'efficacité énergétique	• Réduction de la consommation de combustibles fossiles et d'électricité

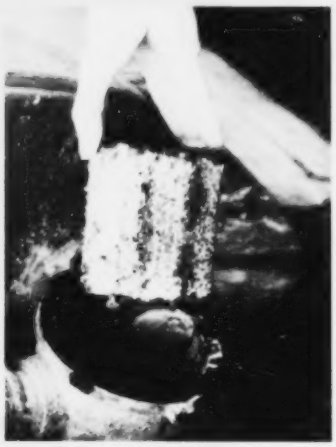
CONSERVATION D'ÉNERGIE ET OPÉRATIONS DANS LE CHAMP

CATÉGORIE	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES	EFFETS
CONSOMMATION DE CARBURANT	✔ Évaluer la consommation de carburant de la nouvelle machinerie agricole ✔ Utiliser des carburants de remplacement, tels que propane et biocarburants	• Réduction de la consommation de combustibles fossiles • Réduction des émissions directes de GES
PNEUS DE TRACTEUR	✔ Choisir des pneus d'un type et d'une grosseur adaptés au tracteur ✔ Mettre la bonne pression d'air dans les pneus ✔ Ajouter du poids pour augmenter la traction	• Réduction du patinage et de l'usure des pneus, et amélioration de l'efficacité énergétique quand les pneus sont de la bonne grosseur et qu'ils sont en bon état
TRACTEURS	✔ Évaluer la consommation de carburant des tracteurs ✔ Utiliser des minuteries pour le chauffage	• Réduction de la consommation de combustibles fossiles • Réduction des émissions directes de GES • Réduction de la consommation d'énergie électrique
ENTRETIEN DE LA MACHINERIE	✔ Mises au point périodiques afin d'assurer des économies de carburant ✔ Respecter la charge admissible du tracteur ✔ Prévoir les chargements et les allers-venues en ayant à l'esprit la conservation de l'énergie	• Durée de vie utile accrue, amélioration de l'efficacité et réduction du gaspillage • Réduction de la consommation de combustibles fossiles
TRAVAIL DU SOL	✔ Réduire le travail du sol ✔ Analyser la possibilité de faire un seul passage de la machinerie	• Réduction de la consommation de combustibles fossiles • Réduction des émissions directes de GES • Réduction des pertes de carbone contenu dans le sol

PRODUCTION

Même si l'agriculture est grande consommatrice d'énergie, on peut s'attendre à ce qu'elle devienne aussi productrice d'énergie. Les terres agricoles de premier choix de même que les terres marginales et fragiles pourraient, par exemple, servir à la production de cultures ligneuses énergétiques. Les petites chutes d'eau et les champs exposés aux vents pourraient alimenter la ferme en électricité et acheminer les surplus d'électricité vers le réseau de distribution.

Respecter les calendriers d'entretien de la machinerie et du matériel.



Le semis direct réduit considérablement le nombre de passages de la machinerie, réduisant du coup la consommation de carburant et les besoins en main-d'œuvre.

GRANDES CULTURES POUR LA PRODUCTION D'ÉTHANOL, DE BIODIESEL ET DE BIOMASSE

Depuis des années, le maïs de grande culture et d'autres céréales sont cultivés comme cultures énergétiques. L'éthanol est mélangé à l'essence pour donner des mélanges comme le mélange E10 (10 % d'éthanol) et le mélange E85 (85 % d'éthanol). La réduction nette estimative des émissions associées à chacun de ces mélanges est de 4 % et de 37 % respectivement. D'ici 2010, ces réductions devraient grimper à 5 % et à 45 % respectivement.

Il faut s'attendre à des réductions plus grandes encore quand les tiges de maïs pourront être converties en éthanol. L'huile de soya peut être convertie en biodiesel (à raison d'environ 1,5 gallon par boisseau de fèves). Ce produit offre le même rendement et les mêmes qualités de combustion que le diesel, sans les émissions et les particules.

Des cultures vivaces comme le panic raide peuvent aussi être converties en éthanol. Les avantages d'une culture comme le panic raide sont les suivants :

- la culture est vivace;
- elle pousse sur des terres fragiles, marginales et dégradées;
- elle fournit un excellent habitat aux animaux sauvages.

Les grandes cultures fourragères peuvent servir à produire des carburants à base d'éthanol, qui contribuent à réduire les émissions de GES.

PLANTATIONS D'ESPÈCES LIGNEUSES DE COURTE ROTATION POUR LA PRODUCTION D'ÉNERGIE

Les plantes ligneuses peuvent être cultivées sur des terres agricoles comme cultures énergétiques. Des arbres tels que peupliers hybrides, érables argentés, saules, frênes et peupliers deltoïdes peuvent être plantés selon des espacements de 2 m entre les arbres d'une même rangée et de 3 m entre les rangées, afin d'être récoltés 5–20 ans plus tard. Les rejets ou taillis peuvent être récoltés par la suite à intervalles de 5–10 ans.

Des plantations énergétiques combinant des essences à bois dur qui poussent rapidement et des essences à bois dur de grande valeur peuvent être aménagées sur le pourtour des champs et servir de bandes tampons, de corridors pour les animaux sauvages, de brise-vent pour les cultures et de plantations brise-vent pour la ferme. Les essences à bois dur qui poussent rapidement peuvent servir de cultures-abris et procurer une récolte hâtive de biomasse.

Des espèces ligneuses peuvent être cultivées sur les terres agricoles marginales et fragiles. On peut en tirer de l'éthanol et stocker de l'énergiie dans leur biomasse.

La biomasse est faite d'organismes biologiques. Elle emmagasine en quelque sorte l'énergie solaire qui a été récupérée grâce à l'activité photosynthétique des végétaux en croissance.

PRODUCTION À PETITE ÉCHELLE D'HYDROÉLECTRICITÉ, D'ÉNERGIE ÉOLIENNE ET D'ÉNERGIE SOLAIRE

La présence d'un vaste parc d'éoliennes à Pincher Creek (Alberta) ne gêne aucunement les animaux mis au pâturage.

Il est possible de tirer parti du déplacement rapide de l'eau ou du vent, et des rayons du soleil pour produire de l'énergie qui servira à alimenter la ferme ou même le réseau de distribution d'électricité. L'attrait de ces sources d'énergie augmente au fur et à mesure qu'elles sont mieux connues, que les coûts d'électricité s'accroissent et que tous les coûts (notamment les coûts environnementaux) de la production d'électricité sont pris en compte. Les dépenses en immobilisations exorbitantes qui étaient autrefois associées à la construction de petites génératrices, aux éoliennes et aux piles à énergie solaire peuvent maintenant être rapidement compensées par les revenus touchés lorsque ces installations servent à alimenter le réseau de distribution d'électricité.

ÉNERGIE ÉOLIENNE

L'énergie éolienne est une forme d'énergie verte de plus en plus utilisée par les éleveurs.

Les éoliennes peuvent être petites ou grandes. Les petites éoliennes sont conçues pour répondre à une partie ou à la totalité des besoins énergétiques de l'exploitation agricole. Les grandes éoliennes, comme celles de Pincher Creek (Alberta) et de Shelburne (Ontario), sont conçues pour alimenter le réseau de distribution d'électricité.

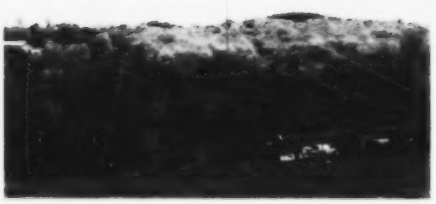
Petites éoliennes

Elles sont de trois types :

- la micro-éolienne (< 100 W), qui sert à alimenter clôtures électriques et éclairage de sécurité;
- la mini-éolienne (100 W–10 kW), qui alimente une pompe d'irrigation ou qui sert de source d'énergie de secours pour alimenter une génératrice;
- la petite éolienne (10–50 kW), qui répond aux besoins d'une exploitation agricole.

Les turbines éoliennes peuvent être à axe vertical ou à axe horizontal. Elles sont installées sur des tours hautes de 30 m.

Les éoliennes produisent du courant électrique grâce au vent qui fait tourner les pales de la turbine, qui, à leur tour, font tourner une boîte d'engrenage ou une génératrice.
La vitesse moyenne du vent doit être supérieure à 13–15 km/h. Des vents plus forts engendrent une plus grande production d'électricité, la production maximale étant atteinte à 55 km/h. Les turbines s'arrêtent lorsque la vitesse du vent dépasse 90 km/h.



Voici une petite ferme qui ne tire plus son électricité du réseau de distribution, grâce à une turbine de 10 kW et à la conversion au gaz de ses principaux appareils. Tous ses besoins en électricité sont comblés par l'éolienne et l'énergie stockée dans des batteries. Coût de l'installation : 60 000 $.

Grandes éoliennes

Le fonctionnement des grandes éoliennes est habituellement assuré par des génératrices ou par des entreprises privées détentrices de contrats d'alimentation des réseaux de distribution provinciaux. Ces éoliennes produisent de 300 kW à 1,5 MW. Chaque éolienne (avec son socle, sa tour et sa turbine) couvre jusqu'à 4 hectares (10 acres).

Ces éoliennes à Shelburne (Ontario) ne restreignent aucunement les activités agricoles, la culture de fourrage et le broutage des animaux.

Ces éoliennes sont installées dans des secteurs de vents forts et constants, à proximité des lignes de transport d'électricité. Pour l'instant, les meilleurs endroits sont les secteurs côtiers, les prairies et la toundra.

Les éleveurs peuvent trouver intéressant de louer leurs terres ou de toucher des revenus de redevance. Ils doivent cependant se concerter et obtenir les conseils de professionnels lorsque des promoteurs de grands parcs éoliens les sollicitent.

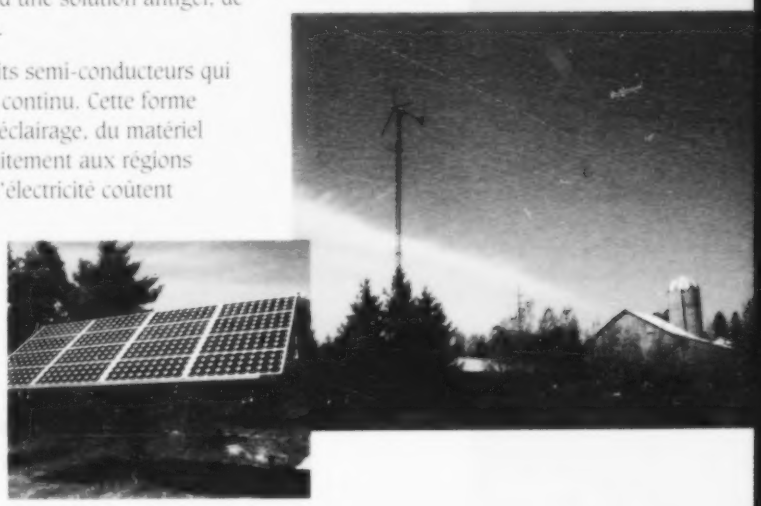
ÉNERGIE SOLAIRE

L'énergie solaire est utilisée sur les fermes pour chauffer l'eau, les maisons et les bâtiments d'élevage et pour alimenter les pompes et les clôtures électriques, même à grande distance.

Les techniques d'énergie solaire passive consistent à utiliser des matériaux foncés qui absorbent la chaleur, à bien choisir l'orientation des plans vitrés et à aménager des avant-toits pour tirer parti de la chaleur générée par le rayonnement solaire, afin que cette chaleur puisse être libérée graduellement quand les températures baissent.

L'énergie solaire active est surtout utilisée pour chauffer l'eau économiquement par l'installation de capteurs solaires sur le toit et par l'emploi d'une solution antigel, de pompes et d'un échangeur de chaleur relié au chauffe-eau.

Les cellules photovoltaïques sont constituées de petits semi-conducteurs qui convertissent jusqu'à 15 % de l'énergie solaire en courant continu. Cette forme d'énergie solaire convient à l'alimentation des appareils d'éclairage, du matériel électronique et des clôtures électriques. Elle convient parfaitement aux régions éloignées où les raccordements au réseau de distribution d'électricité coûtent trop cher.

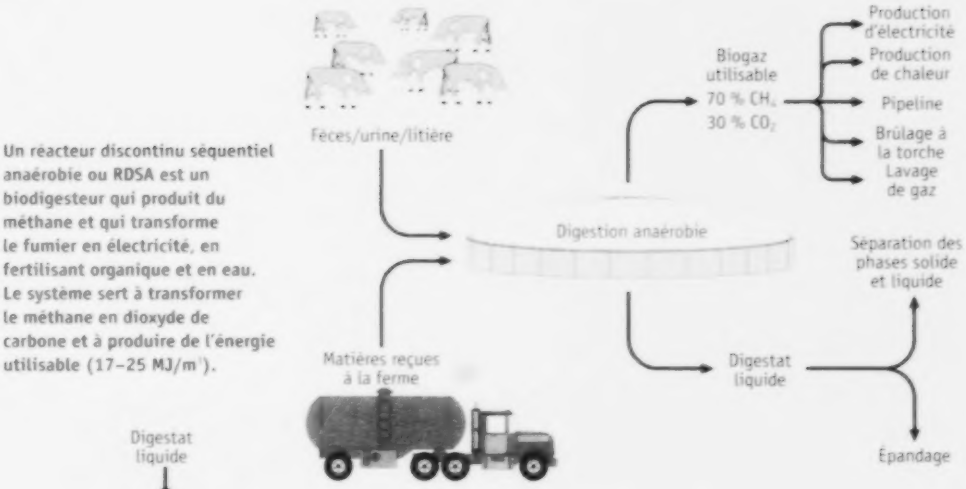


John Hill, du comté de Wentworth, a recours à un système hybride qui repose sur l'énergie solaire et l'énergie éolienne pour combler les besoins en électricité de son exploitation horticole.

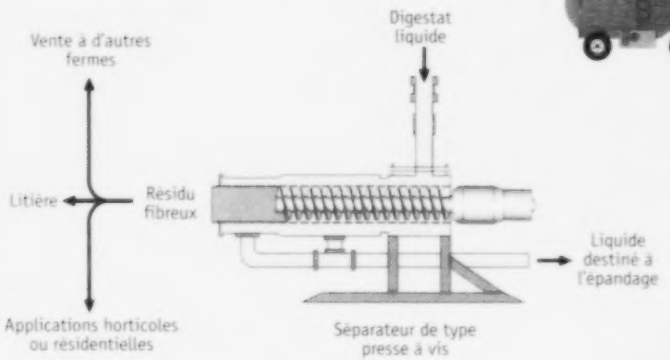
ÉNERGIE TIRÉE DU FUMIER — DIGESTION ANAÉROBIE

Le fumier liquide, riche en matière organique, est transformé par les bactéries anaérobies en plusieurs produits finis, dont le biogaz (dioxyde de carbone et méthane). Le biogaz peut être brûlé pour produire de la chaleur ou utilisé pour produire de l'électricité.

Tirer de l'énergie du fumier est une solution gagnante pour les éleveurs. Le méthane provenant du biogaz est composé à 65 % de méthane et à 35 % de CO_2.



Un réacteur discontinu séquentiel anaérobie ou RDSA est un biodigesteur qui produit du méthane et qui transforme le fumier en électricité, en fertilisant organique et en eau. Le système sert à transformer le méthane en dioxyde de carbone et à produire de l'énergie utilisable (17–25 MJ/m³).



La digestion anaérobie (D. A.) accomplit la plupart des fonctions suivantes :

- réduction du volume de fumier à épandre;
- réduction ou augmentation de la teneur en éléments nutritifs du fumier destiné à l'épandage;
- récupération d'un produit en vue de sa réutilisation (p. ex. l'eau utilisée dans les systèmes de nettoyage par chasse d'eau);

- ▸ réduction des répercussions sur l'environnement (p. ex. contamination de l'eau de surface et des nappes souterraines);
- ▸ réduction des odeurs et d'autres nuisances;
- ▸ réduction de la charge pathogène;
- ▸ production de sous-produits utiles à la ferme et commercialisables;
- ▸ production de rejets propres;
- ▸ réduction des émissions de GES;
- ▸ production d'énergie renouvelable.

Les biogaz qui sont produits par les digesteurs anaérobies peuvent être brûlés pour produire de la chaleur ou utilisés pour produire de l'électricité.

Fonctionnement des digesteurs

Les digesteurs fonctionnent à différentes températures. Les températures optimales pour la plupart d'entre eux se situent entre 35 et 40 °C (95–104 °F).

Un digesteur comprend un réservoir de stockage, du matériel servant à la manutention du fumier, une cuve de digestion, du matériel permettant de récupérer les gaz et du matériel servant à la production d'électricité.

Le produit de la digestion a souvent besoin d'être traité avant d'être éliminé ou épandu sur les terres.

Types de digesteurs anaérobies

En général, deux types de digesteurs anaérobies conviennent au climat canadien :

Digesteur infiniment mélangé – Il comporte qui, comme son nom l'indique, comporte un dispositif d'agitation du contenu. Ce type de digesteur convient au fumier ayant une faible teneur en matière sèche (4–12 %);

Digesteur piston – Il est normalement constitué de longs canaux dans lesquels un piston pousse le fumier vers la sortie. Ce type de digesteur convient au fumier liquide ayant une plus grande teneur en matière sèche (11–13 %).

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
• réduisent les odeurs	• augmentent les coûts des immobilisations, de la main-d'œuvre et de l'entretien
• réduisent la charge pathogène	• conviennent surtout aux grandes exploitations
• produisent de l'énergie	• peuvent compliquer le raccordement au réseau de distribution d'électricité

STOCKAGE ET MANUTENTION DU FUMIER

Le fumier est une source de GES. Le fumier solide est un milieu aérobie qui, pendant sa décomposition, dégage du dioxyde de carbone. Les parties les plus mouillées du fumier solide stocké dégagent de l'oxyde de diazote. Le fumier liquide est un milieu naturellement anaérobie qui dégage du méthane.

Les éleveurs qui se sont dotés d'un plan de gestion des éléments nutritifs savent à quel point le stockage du fumier est important. Des systèmes de stockage bien conçus et correctement dimensionnés réduisent la perte nette d'éléments nutritifs, retiennent mieux les liquides contaminés et diminuent les odeurs. Ces systèmes limitent par ailleurs les pertes de gaz, surtout l'ammoniac, qui abaissent la teneur en azote du fumier et par conséquent, sa valeur comme fertilisant.

Le fumier d'élevage est manutentionné et stocké sous forme solide, semi-solide ou liquide. La forme du fumier dépend du type d'élevage et de ce qu'on y ajoute (quantité d'eau de dilution, nature et quantité de litière utilisée). En Ontario, la plupart des exploitations d'élevage ont des systèmes de gestion sur fumier solide ou sur fumier liquide.

Le fumier solide dégage de l'oxyde de diazote, à cause essentiellement de la paille (litière) qu'il contient. La paille longue est 10 fois pire que la paille hachée. Les pailles de blé et d'orge combinées dégagent davantage d'oxyde de diazote que la paille d'orge seule (1,5 fois plus). Le fait de recouvrir le fumier de paille augmente également les émissions de GES, surtout l'été, à cause de la bioactivité accrue.

Le fumier liquide dégage du méthane et de l'ammoniac. Le méthane qui se dégage du fumier liquide constitue le principal GES attribuable au fumier.

Les émissions de méthane dépendent :

- du volume du fumier (nombre d'animaux, aliments et digestibilité des aliments);
- du potentiel d'émission de méthane (varie selon le fumier, le type d'élevage et la qualité des aliments);
- du stockage et de la manutention du fumier (selon que le fumier est solide ou liquide et selon la durée de stockage durant l'été).

Les émissions de GES augmentent avec l'augmentation de la température, de l'exposition à l'air, de l'humidité et de l'aération.

La plupart des émissions attribuables au fumier sont le fait du fumier liquide stocké (responsable à lui seul de 80 % des émissions totales attribuables au fumier) :

- les pertes de CO_2 seraient équivalentes à 20–30 % du carbone total pour les bovins;

La plupart des émissions de GES attribuables au fumier sont dues à la décomposition anaérobie et à la dénitrification partielle.

- les fumiers compostés de bovins de boucherie et de bovins laitiers sont ceux qui dégagent le moins de GES si on les compare aux fumiers en tas et aux fumiers liquides:
  - le fumier liquide dégage 2–3 fois plus de GES que le fumier solide en tas;
  - le fumier de bovins de boucherie mis en tas dégage 20 fois plus de GES que s'il est composté et 6 fois plus de GES que le fumier composté de bovins laitiers;
- le fumier est la principale source de GES (méthane et oxyde de diazote) du secteur porcin.

La plupart des émissions de GES attribuables à l'agriculture sont produites par le fumier stocké, au cours des premiers mois de stockage, du fait de la décomposition anaérobie et de la dénitrification qui s'opèrent alors.

Les structures de stockage de fumier liquide sont des sources de méthane, à cause de la décomposition anaérobie qui s'y produit, et des sources d'oxyde de diazote, à cause de la dénitrification qui s'opère dans la croûte à la surface du fumier. Elles peuvent aussi occasionner des émissions importantes de NH_3 qui, chez les élevages de porcs, s'échappe dans un pourcentage de 60–80 % de la fosse à purin en terre, sous l'effet de l'exposition à l'air, de la teneur en eau et du pH.

En général, les grosses exploitations ont des systèmes de gestion sur fumier liquide qui permettent de gérer sur place tous les liquides. Les eaux de lavage et, dans le cas des fermes laitières, les eaux de lavage des centres de traite servent à diluer le fumier produit. La manutention du fumier se fait ainsi plus facilement. Cependant, à moins que le fumier ne soit épandu plus d'une fois par année, il est une source de GES.

Même dans les systèmes de gestion sur fumier solide, il est important de gérer tous les liquides. L'eau propre doit être détournée des installations et les eaux contaminées (comme les eaux de ruissellement des enclos) doivent être stockées et gérées séparément, ce qui explique que les systèmes de gestion sur fumier solide possèdent également des structures de stockage des liquides. Ces eaux de ruissellement peuvent ensuite être épandues pour fournir aux cultures les suppléments d'éléments nutritifs dont elles ont besoin.

ÉMISSIONS DE GES SELON LE SYSTÈME DE GESTION DU FUMIER

MATIÈRE	N_2O	CH_4	CO_2	NH_3
FUMIER SOLIDE	Élevées	Faibles	Élevées	Moyennes
FUMIER SOLIDE COMPOSTÉ	De moyennes à élevées	De faibles à très faibles	Très élevées	D'élevées à très élevées
FUMIER LIQUIDE	Faibles	Élevées	De faibles à moyennes	D'élevées à très élevées
FUMIER LIQUIDE RECOUVERT	Faibles	Moyennes	Faibles	Élevées

PGO APPLICABLES AUX SYSTÈMES DE GESTION SUR FUMIER SOLIDE

✔ **Garder le fumier et la litière propres et secs.**
Dans le cas de la volaille, le fait de maintenir la teneur en eau de la litière à 20–25 % réduit les odeurs et les pertes de NH_3 associées à l'humidité élevée de la litière ou au fumier mouillé. Le réglage de la hauteur des abreuvoirs de manière à éviter le gaspillage, des techniques sanitaires adéquates et une bonne ventilation sont autant de moyens d'éviter de contaminer une trop grande quantité d'eau.

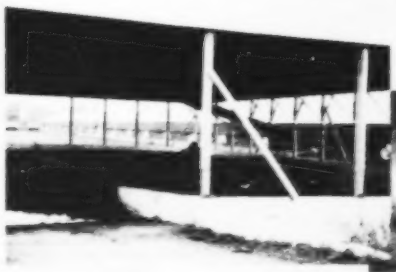
✔ **Recouvrir le fumier stocké.**
Le fumier solide de volaille qui est mis en tas alors que sa teneur en eau est de 25 % dégage moins de méthane et d'oxyde de diazote que le fumier stocké dans des structures d'entreposage ou que le fumier dont la teneur en eau est plus élevée. Les tas de fumier solide peu profonds dégagent moins de GES que les tas plus profonds.

✔ **Soigner la ventilation.**
Recourir aux technologies d'assèchement rapide pour freiner la décomposition microbienne. Utiliser des courroies, des caillebottis ou planchers lattés.

✔ **Détourner les eaux de ruissellement et les eaux de lavage des installations de stockage du fumier.**
Garder le fumier sec et réduire au minimum les zones anaérobies car il s'en dégage de l'oxyde de diazote.

✔ **Enlever périodiquement le fumier des enclos, parcs d'engraissement et aires de couchage.**
Cette mesure contribue à garder le fumier sec.

✔ **Épandre le fumier et l'incorporer au sol plus d'une fois par année.**
Les épandages fréquents évitent la création de conditions anaérobies et les émissions subséquentes de méthane.



Les structures de stockage couvertes sont préférables.

La litière sèche dégage moins d'ammoniac.

La litière et le fumier solide mouillés sont des sources d'ammoniac, de méthane et d'oxyde de diazote. Garder le fumier solide le plus sec possible.

COMPOSTAGE

Le bilan des effets du compostage est-il positif ou négatif en ce qui a trait aux GES? Le compostage confère des formes plus stables au carbone et à l'azote, mais quelle quantité d'ammoniac et de dioxyde de carbone est perdue au cours de la décomposition (compostage)?

En théorie, l'apport d'oxygène conduit à la décomposition aérobie et à la production de CO_2 (plutôt que de méthane). Un processus de compostage mal surveillé peut conduire à une production accrue de méthane et d'ammoniac. Des études montrent qu'en hiver et en été, le fumier composté produit 7 % et 80 % moins d'équivalents de CO_2, respectivement, que le fumier frais. En général, le fumier composté produit 25 % moins de GES que le fumier non composté. Selon d'autres études, l'aération passive du fumier composté double pratiquement les émissions nettes de GES par rapport au compostage actif du fumier.

Les eaux de ruissellement qui s'échappent du fumier composté renferment moins d'éléments nutritifs que celles qui s'échappent du fumier frais. Au début du compostage, le fumier produit de l'ammoniac et du méthane. Quand le compostage est à demi-terminé, il dégage plutôt de l'oxyde de diazote.

Pour composter du fumier de volaille jusqu'à lui donner une forme stable, voici les conditions à maintenir : une teneur en eau du fumier de 40–60 % (sans dépasser 60 %, sous peine de lessivage); des températures de 57–63 °C (135–145 °F); une oxygénation suffisante par le retournement du fumier afin de permettre la décomposition aérobie; et un pH de 5,5–7,5 (sans qu'il dépasse 8, pour éviter la volatilisation de l'ammoniac).

Le fumier bien composté dégage moins de GES que le fumier frais.

PGO APPLICABLES AUX SYSTÈMES DE GESTION SUR FUMIER LIQUIDE

- ✔ **Réduire la teneur en eau du fumier.**
  Détourner l'eau propre, les eaux de lavage et les eaux usées de la structure de stockage. Cette mesure vise à contrer la création de conditions anaérobies qui conduisent à la production d'ammoniac et de méthane.
- ✔ **Dans la mesure du possible, recouvrir la structure.**
  Le fait de recouvrir la structure réduit les émissions.
- ✔ **Agiter et aérer le fumier pour éviter la création de conditions anaérobies propices aux émissions de méthane.**
  On s'assure ainsi qu'environ 30 % des matières carbonées seront converties en CO_2 sans toutefois empêcher la décomposition anaérobie. Recourir à l'agitation passive ou à des sources d'énergie de remplacement pour alimenter l'agitateur ou l'aérateur.
- ✔ **Réduire la durée de stockage par des épandages plus fréquents. Faire des épandages en bandes latérales pour réduire les émissions de méthane et d'ammoniac.**
- ✔ **Traiter le fumier.**
  Recourir à la séparation des solides et des liquides ou à la digestion anaérobie pour réduire les émissions et les convertir en énergie renouvelable.

Les structures de stockage du fumier liquide sont des sources de méthane et d'ammoniac.

RECOUVREMENT DU FUMIER

Le fait de recouvrir les structures de stockage permet de freiner les élévations de températures et la production de méthane. Les structures en terre laissent s'échapper dans l'atmosphère 90 % du méthane produit par le fumier. Les structures couvertes évitent que la pluie ne vienne mouiller le fumier, accélèrent la formation de conditions anaérobies et réduisent les pertes de méthane dans l'atmosphère.

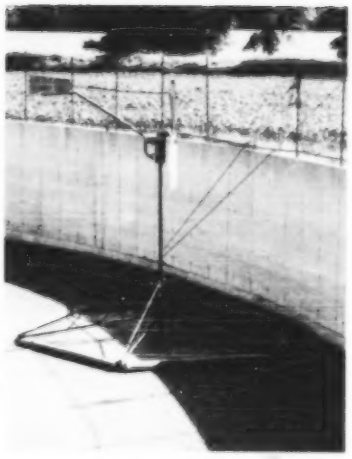
Si l'on recouvre de paille du fumier liquide de porcs ou de bovins laitiers stocké, les émissions de GES peuvent augmenter selon le GES, selon le type de paille et sa longueur, et selon la saison. La paille et les autres formes de litière riche en carbone sont une source de nutriments et d'énergie pour les micro-organismes. Certains de ces micro-organismes convertissent les composés carbonés en méthane, tandis que d'autres convertissent les composés azotés en oxyde de diazote.

Recouvrir le fumier de paille durant l'hiver peut réduire les émissions de N_2O, CH_4 et de CO_2 de 12 %, 87 % et 53 %, respectivement. Au contraire, si l'on recouvre de paille du fumier liquide stocké durant l'été, les émissions de ces gaz augmenteront de 42 %, de 55 % et de 33 %, respectivement. Des structures couvertes et un abaissement des températures peuvent réduire des deux tiers les pertes de NH_3.

Selon des études portant sur d'autres matériaux ayant servi à recouvrir le fumier :

- une mince couche d'huile minérale réduit les pertes de NH_3 des deux tiers;
- de la tourbe acide peut piéger l'ammoniac sous forme d'ammonium ($NH_3 + H^+ = NH_4^+$).

Détourner l'eau propre des structures de stockage du fumier afin de réduire les émissions.



Les systèmes d'agitation et d'aération recourant à l'énergie passive introduisent de l'oxygène et réduisent les émissions de méthane.

Le traitement du fumier, notamment la séparation des phases solide et liquide, permet de réduire les émissions.

ENCLOS À BÉTAIL

Les enclos peuvent être revêtus ou non. Même si, comme nous l'avons vu, les conditions anaérobies engendrent des émissions de GES, l'entretien permet de freiner la création des conditions anaérobies. Celles-ci se créent lorsque le sol se trouve mélangé à la litière et au fumier, un mélange qui favorise la production de méthane et de N_2O. En débarrassant fréquemment le fumier des surfaces, il est possible de réduire de 10 % la production de méthane et d'oxyde de diazote.

INFLUENCE DE LA GESTION ET DES TRAITEMENTS DU FUMIER SUR LES ÉMISSIONS DE GES

GES	HIVER ET PRINTEMPS*	ÉTÉ*
AMMONIAC	0,27 g/m^2/jour	0,45 g/m^2/jour
OXYDE DE DIAZOTE	3,3 µg/m^2/jour	6,5 µg/m^2/jour
MÉTHANE	185 g/m^2	57,3 g/m^2

*Si l'on inclut l'aire d'alimentation

PGO VISANT LA GESTION DES EAUX DE RUISSELLEMENT DES ENCLOS

Les éleveurs de bovins laitiers et de bovins de boucherie utilisent les enclos comme zones de confinement extérieures servant à l'alimentation, à l'exercice ou à la stabulation libre. Que la surface soit revêtue ou qu'elle soit en terre battue, les enclos sont aménagés de manière à tirer parti des pentes naturelles, afin que la pluie et les eaux qui s'écoulent des toits contribuent à garder les surfaces propres.

Les eaux qui ruissellent à la surface des enclos renferment des éléments nutritifs et de la matière organique. À moins qu'elles ne soient gérées convenablement, les eaux de ruissellement risquent de contaminer les eaux de surface et les eaux souterraines.

- ✔ **Déterminer le risque de contamination.**
  Tenir compte du nombre de têtes, de la superficie et des caractéristiques du terrain ainsi que de l'intensité, de la durée et de la fréquence des précipitations.
- ✔ **Détourner l'eau non contaminée.**
  L'eau qui provient des précipitations, de la fonte des neiges, des toitures et des gouttières ne doit pas entrer en contact avec le fumier qui se trouve dans les enclos.
- ✔ **Nettoyer périodiquement les surfaces revêtues.**
- ✔ **Installer des clôtures pour empêcher les animaux de circuler là où se trouvent du fumier ou des structures de stockage des eaux de ruissellement.**

L'entretien permet de réduire la production de méthane et d'oxyde de diazote.

PGO VISANT LES EAUX DE RUISSELLEMENT PROVENANT DES ENCLOS ET PARCS D'ENGRAISSEMENT

PGO	DESCRIPTION	CONSEILS
DÉTOURNER L'EAU PROPRE	• Protéger l'enclos par un toit ou racler le fumier vers une surface recouverte d'un toit. Toutes les toitures susceptibles d'alimenter les eaux ruisselant des enclos devraient être dotées de gouttières, de descentes pluviales et de sorties pour empêcher l'eau de s'écouler vers les enclos • Si la construction d'une toiture est peu pratique ou difficilement envisageable, le détournement de l'eau propre et des nettoyages fréquents restent quand même de bons compléments à d'autres pratiques de gestion	• Pour tirer pleinement parti de cette PGO coûteuse, mettre en place un programme de nettoyage rigoureux • Suggestions pour réduire le volume d'eaux contaminées produit et limiter l'érosion de la surface de l'enclos : ○ gouttières efficaces; détournement de l'eau de pluie; réseau de drainage réservé à de l'eau saine (indépendant de tout réseau d'évacuation d'eaux usées); dans certains cas, aménagement de bermes détournant en amont les eaux de ruissellement engendrées par un épisode de pluie abondante ou la fonte des neiges
DÉTOURNER L'EAU NON TRAITÉE ET LE FUMIER VERS UNE STRUCTURE DE STOCKAGE DES LIQUIDES	• Concevoir les enclos de manière à acheminer les eaux contaminées et toutes les précipitations (mêmes les plus plus fortes) vers la structure de stockage des liquides • Prévoir l'évacuation de ces eaux vers une structure distincte (pouvant accueillir les eaux sales provenant des enclos)	• Des bordures, des caniveaux et des pointes de sortie bétonnés doivent faire partie de l'aménagment d'un enclos revêtu • Ces éléments donnent un maximum de résultats s'ils s'accompagnent des pratiques de gestion suivantes : raclage du fumier, de la litière et des aliments gaspillés, et déblocage de la sortie d'évacuation • Par leur forme, les enclos doivent canaliser les eaux contaminées et toutes les précipitations (mêmes les plus fortes) vers la structure destinée à les recevoir (étang ou bassin en terre) • Les éléments suivants doivent faire partie de l'aménagement d'un enclos revêtu et être bien conçus : bordures, caniveaux en béton, voies de détournement enherbées et grille en bois du genre clôture en lattes verticales installée à la sortie de l'aire de captage • Ces éléments sont efficaces UNIQUEMENT s'ils s'assortissent des pratiques de gestion suivantes : raclage du fumier, de la litière et des aliments gaspillés, et déblocage de la sortie
DÉTOURNER ET TRAITER	• Détourner les eaux de ruissellement provenant de l'enclos vers un réseau de bandes de végétation filtrantes conçu pour intercepter et traiter les eaux de ruissellement par sédimentation, filtration, dilution, absorption des polluants et infiltration dans le sol • Pour capter et évacuer les eaux de ruissellement, utiliser des dispositifs de détournement, des bordures, des caniveaux, le revêtement de l'enclos et parfois, des pompes • Aménager un bassin de décantation pour retirer les particules solides. Acheminer les liquides vers une bande de végétation filtrante où ils sont filtrés avant de s'infiltrer dans le sol	• Les matières liquides provenant des structures distinctes peuvent être gérées comme du fumier liquide SI l'on empêche les solides d'entrer dans l'étang ou si le système de traitement les accepte

Un réseau de gouttières bien conçu permet de détourner l'eau de pluie des installations.

Les eaux de ruissellement des enclos peuvent être dirigées vers des structures de stockage de fumier liquide.

Les bandes de végétation filtrantes permettent de réduire les conditions anaérobies en traitant les eaux de ruissellement des enclos.

PLANIFICATION DE LA GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS ET ÉPANDAGES

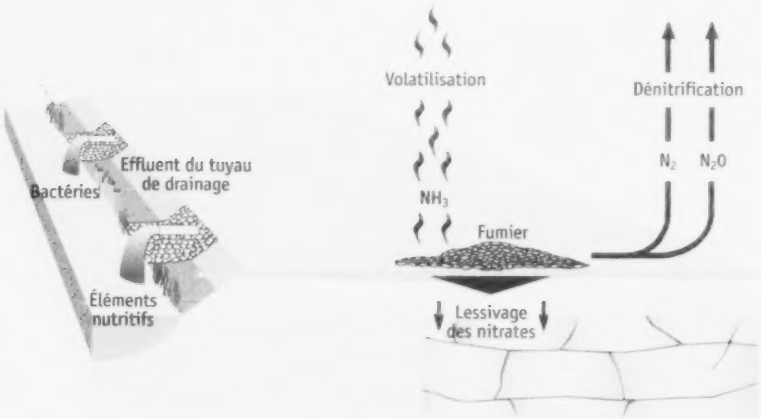
Le fumier peut être une source d'éléments nutritifs et une source de pollution.

Le fumier renferme des éléments nutritifs précieux et de la matière organique profitable aux jeunes cultures en croissance. La plus grande partie (78 %) de l'azote ingéré par les animaux aboutit dans l'urine et le fumier. Une partie de l'azote qui se trouve dans le fumier (jusqu'à 80 %) est perdue sous forme de NH_3. Bien que la teneur en azote du fumier varie, celle-ci se situe habituellement autour de 2 %, en poids sec.

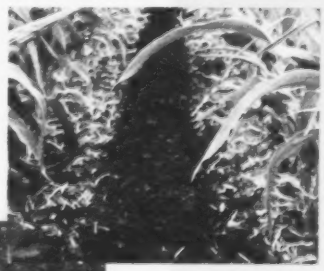
Les mêmes éléments nutritifs peuvent être dangereux pour l'approvisionnement en eau si leur gestion laisse à désirer.

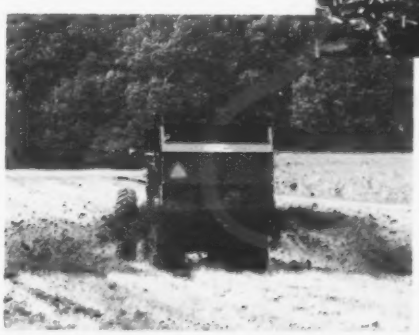
Les pages qui suivent indiquent comment, par une planification soignée, il est possible de réduire les émissions de GES provenant des épandages de fumier et d'autres déchets.

Si le fumier épandu n'est pas incorporé au sol, il libérera de l'ammoniac. S'il est épandu sur des sols mouillés et que la culture ne prélève pas tout l'azote biodisponible (p. ex. si l'épandage se fait à l'automne), le fumier peut aussi contribuer à la production d'oxyde de diazote.



L'ammoniac peut être rejeté dans l'environnement directement, par volatilisation, ou indirectement, par dénitrification (après sa conversion en ammonium puis en nitrates). L'azote représente environ 2 % du fumier. Il se présente sous deux formes : organique et inorganique. L'ammonium et l'ammoniac constituent la fraction inorganique de l'azote. Après minéralisation, la fraction organique se transforme en ammonium et en ammoniac. Les deux formes d'azote peuvent produire des émissions d'ammoniac. L'ammoniac réagit avec l'eau pour former de l'ammonium dans les sols et dans l'eau. Si l'ammonium n'est pas prélevé par les cultures et autres végétaux, il subit une nitrification (et devient ainsi une autre source de N_2O). L'azote nitrifié peut être emporté par lessivage ou subir une dénitrification pour former du N_2O.





Épandre le fumier en bandes latérales afin de réduire les émissions.

Si les apports de fumier sont bien gérés, ils enrichissent le sol de carbone organique et d'éléments nutritifs tout en réduisant les pertes de carbone et d'azote.

PLANIFICATION DE LA GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS ET ÉPANDAGES

Le fumier peut être une source d'éléments nutritifs et une source de pollution.

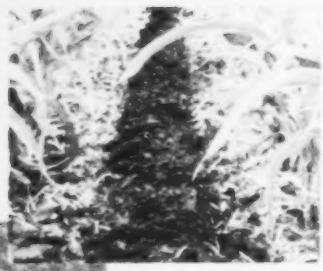
Le fumier renferme des éléments nutritifs précieux et de la matière organique profitable aux jeunes cultures en croissance. La plus grande partie (78 %) de l'azote ingéré par les animaux aboutit dans l'urine et le fumier. Une partie de l'azote qui se trouve dans le fumier (jusqu'à 80 %) est perdue sous forme de NH_3. Bien que la teneur en azote du fumier varie, celle-ci se situe habituellement autour de 2 %, en poids sec.

Les mêmes éléments nutritifs peuvent être dangereux pour l'approvisionnement en eau si leur gestion laisse à désirer.

Les pages qui suivent indiquent comment, par une planification soignée, il est possible de réduire les émissions de GES provenant des épandages de fumier et d'autres déchets.

Si le fumier épandu n'est pas incorporé au sol, il libérera de l'ammoniac. S'il est épandu sur des sols mouillés et que la culture ne prélève pas tout l'azote biodisponible (p. ex. si l'épandage se fait à l'automne), le fumier peut aussi contribuer à la production d'oxyde de diazote.

L'ammoniac peut être rejeté dans l'environnement directement, par volatilisation, ou indirectement, par dénitrification (après sa conversion en ammonium puis en nitrates). L'azote représente environ 2 % du fumier. Il se présente sous deux formes : organique et inorganique. L'ammonium et l'ammoniac constituent la fraction inorganique de l'azote. Après minéralisation, la fraction organique se transforme en ammonium et en ammoniac. Les deux formes d'azote peuvent produire des émissions d'ammoniac. L'ammoniac réagit avec l'eau pour former de l'ammonium dans les sols et dans l'eau. Si l'ammonium n'est pas prélevé par les cultures et autres végétaux, il subit une nitrification (et devient ainsi une autre source de N_2O). L'azote nitrifié peut être emporté par lessivage ou subir une dénitrification pour former du N_2O.



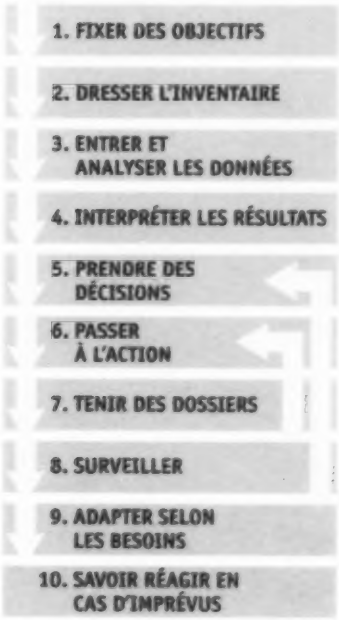
Épandre le fumier en bandes latérales afin de réduire les émissions.

Si les apports de fumier sont bien gérés, ils enrichissent le sol de carbone organique et d'éléments nutritifs tout en réduisant les pertes de carbone et d'azote.

PLANIFICATION

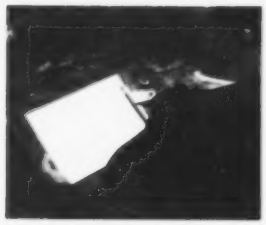
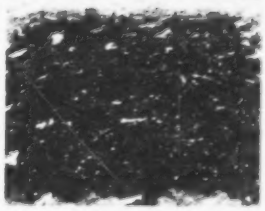
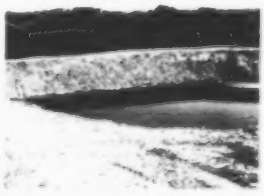
Le plan de gestion des éléments nutritifs (PGEN) est un document de travail ou un outil de gestion qui assure une correspondance entre les éléments nutritifs produits à la ferme et les fertilisants achetés, d'une part, et les besoins en éléments nutritifs des cultures. Il sert aussi à démontrer à la société que les taux et méthodes d'épandage des éléments nutritifs réduisent au minimum les risques de pollution de l'eau et les émissions de GES.

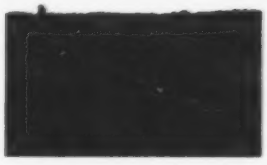
DIX ÉTAPES MENANT À LA RÉUSSITE



Même si l'élaboration du PGEN demande de la rigueur, on peut éviter de se sentir submergé par la tâche en procédant par étapes.

Le PGEN n'est pas coulé dans le roc et ne doit pas l'être. La planification doit être empreinte du même dynamisme que l'exploitation. On peut donc revoir certaines étapes au gré des saisons ou des années, selon les progrès réalisés.

ÉTAPES	DESCRIPTION	ÉLÉMENTS CLÉS	
1. FIXER DES OBJECTIFS	• Préciser l'orientation qu'on veut donner au plan de gestion des éléments nutritifs, afin de faciliter la prise de décisions	• Déterminer la raison d'être du plan • Demander conseil • Se donner des buts à atteindre	
2. DRESSER L'INVENTAIRE	• Tracer un portrait figé dans le temps de la situation actuelle de l'exploitation; ce bilan de la situation met en lumière ce que l'on a et ce dont on a besoin	• Cerner les ressources dont dispose la ferme • Décrire les caractéristiques de l'emplacement • Décrire les pratiques de gestion actuelles	
3. ENTRER ET ANALYSER LES DONNÉES	• Tracer un portrait clair de la situation afin de faire ressortir ce qu'il y a lieu de faire	• Utiliser les logiciels NMAN et MSTOR • Déterminer la superficie d'épandage nécessaire • Effectuer une évaluation des risques	
4. INTERPRÉTER LES RÉSULTATS	• À partir de l'analyse des données, élaborer des solutions permettant de gérer les risques, de réduire le coût des intrants et de disposer de tous les éléments nutritifs produits	• Dresser la liste de toutes les pratiques de gestion envisageables • Déterminer les modifications à apporter aux structures et aux installations • S'en tenir à une approche systématique	
5. PRENDRE DES DÉCISIONS	• Se donner des moyens d'atteindre ses objectifs	• Penser en termes de rentabilité et de bons sens • Respecter ses objectifs personnels et d'affaires • Tirer parti des ressources disponibles • Déterminer des taux d'application convenables • Respecter les distances de retrait	

ÉTAPES	DESCRIPTION	ÉLÉMENTS CLÉS	
6. PASSER À L'ACTION	• Joindre le geste à la parole afin d'atteindre les objectifs fixés	• Se doter d'un plan opérationnel • Effectuer les activités quotidiennes • Tenir compte des répercussions des forces extérieures (p. ex. intempéries, marchés)	
7. TENIR DES DOSSIERS	• Consigner en dossier les activités habituelles pour se doter des données nécessaires à la planification et pour pouvoir rendre compte des mesures prises	• Tenir des dossiers sur : ○ les épandages ○ les animaux d'élevage ○ les cultures ○ les activités de surveillance	
8. SURVEILLER	• Observer les effets des mesures mises de l'avant pour voir si : ○ la production va bon train ○ les eaux de surface et les eaux souterraines sont protégées ○ les éléments nutritifs sont recyclés convenablement	• Surveiller : ○ les concentrations d'éléments nutritifs dans le sol et le fumier en tenant compte des besoins des cultures ○ la qualité de l'eau dans les puits et les tuyaux de drainage ○ le rendement des animaux ○ les nuisances engendrées par les activités agricoles	
9. ADAPTER SELON LES BESOINS	• Peaufiner le plan et, au besoin, recourir à une meilleure technologie	• Utiliser les données en dossier et les données de surveillance • Modifier le plan en répétant les étapes 3 à 6	
10. SAVOIR RÉAGIR EN CAS D'IMPRÉVUS	• Élaborer un plan d'urgence	• Identifier les ressources • Communiquer avec les personnes appelées à intervenir • Consigner les interventions	

ANALYSES DE SOL

Les analyses de sol donnent un indice de la réaction probable des cultures aux apports d'éléments nutritifs. Le fait de fournir aux cultures ce dont elles ont besoin, au bon moment :

- ▸ favorise leur croissance;
- ▸ rend les cultures tolérantes aux insectes et aux maladies;
- ▸ favorise la maturité et la qualité des cultures;
- ▸ augmente les rendements;
- ▸ rationalise le coût des intrants;
- ▸ protège l'environnement en évitant le lessivage, le ruissellement et les émissions de GES.

Faire des épandages d'azote plus justes en demandant un dosage de l'azote des nitrates dans le sol.

Les analyses de sols sont relativement peu coûteuses et rapportent plus qu'elles n'en coûtent.

✔ **Faire analyser les sols au moins tous les trois ans** pour en connaître le pH et les teneurs en phosphore, en potassium et en magnésium, de même que les teneurs en oligo-éléments de certaines terres.

▸ Pour obtenir des résultats plus fiables, prélever chaque année les échantillons de sol au même moment et au même point dans la rotation.

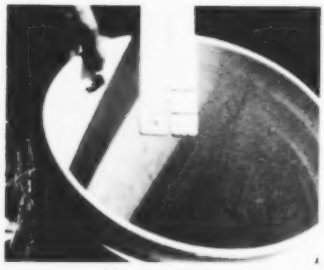
DOSAGE DE L'AZOTE

La quantité d'azote des nitrates présent dans le sol au moment des semis révèle la biodisponibilité de l'azote dans le sol. En général, plus la concentration d'azote des nitrates dans le sol est élevée, moins les apports d'azote devront être grands pour donner des rendements optimaux.

✔ **Modifier les taux d'application d'azote en fonction des résultats du dosage de l'azote des nitrates.**

MÉTHODE DE CALIBRAGE DE L'ÉPANDEUR

Bien des producteurs évaluent la quantité de fumier épandue en multipliant la capacité de l'épandeur par le nombre de chargements appliqués sur le champ. Même si la méthode semble avoir du sens, elle ne prend pas en considération les différentes densités du fumier et prend pour acquis que le chargement correspond à la quantité prévue par le fabricant.



Il existe pourtant plusieurs façons de mesurer les taux d'épandage. Une méthode rapide pour le fumier solide consiste à peser le fumier appliqué sur une feuille de plastique étendue sur la trajectoire de l'épandeur. Pour le fumier liquide, on peut utiliser un seau à parois verticales pour mesurer l'épaisseur de la couche épandue.

Les PGO qui visent à améliorer l'efficacité d'utilisation de l'azote (EUA) réduisent les émissions et apportent aux cultures les éléments nutritifs dont elles ont besoin, au moment où elles en ont besoin.

PGO VISANT L'EFFICACITÉ D'UTILISATION DE L'AZOTE

L'efficacité d'utilisation de l'azote s'entend de l'efficacité avec laquelle une culture utilise l'azote disponible dans le sol. Plus une culture prélève de l'azote et en utilise, moins il reste dans le sol d'azote sujet au lessivage, à la volatilisation ou à la dénitrification, autant de phénomènes qui conduisent à la formation d'oxyde de diazote.

Les systèmes de gestion qui visent à améliorer l'efficacité d'utilisation de l'azote présentent les avantages suivants :

- ils fournissent à la culture la quantité d'azote dont elle a besoin, au moment où elle en a besoin;
- ils placent l'azote là où les racines y ont accès;
- ils réduisent la teneur du sol en nitrates durant les périodes où la culture ne peut les assimiler;
- ils tiennent compte et font la gestion de toutes les sources d'azote biodisponible;
- ils gèrent d'autres pratiques culturales et conditions influençant l'efficacité d'utilisation de l'azote (comme la gestion des sols et de l'eau).

AVANTAGES

- réduction des émissions d'oxyde de diazote;
- assimilation accrue du dioxyde de carbone par les cultures (croissance et rendement);
- rendements accrus et amélioration de la qualité des produits;
- diminution des coûts des intrants et des épandages et réduction de la consommation d'énergie et des émissions de GES produits pour l'utilisation des fertilisants azotés;
- diminution du ruissellement et de la contamination des eaux souterraines.

Améliorer l'efficacité d'utilisation de l'azote en intégrant des légumineuses dans la rotation.

Utiliser des plantes couvre-sol pour piéger les nitrates et les rendre biodisponibles à la culture suivante.

PGO VISANT L'AMÉLIORATION DE L'EUA DANS LES GRANDES CULTURES

✔ **Pratiquer la rotation des cultures pour maximiser l'efficacité d'utilisation de l'azote (EUA).** Faire précéder une culture vorace en azote d'une légumineuse ou d'une culture fourragère pour améliorer l'EUA. Les légumineuses et les fourrages retiennent davantage l'azote dans le sol.

✔ **Choisir des cultivars offrant une meilleure EUA.** Privilégier les cultivars qui font un usage plus efficace de l'eau.

✔ **Réduire le travail du sol.** L'épandage localisé dans la zone racinaire s'en trouvera amélioré; ce type d'épandage est préférable à l'épandage de pleine surface.

✔ **Utiliser une bonne source d'azote.** Utiliser de l'azote ammoniacal si l'on prévoit que la demande en azote sera faible; conjuguer l'azote ammoniacal à l'azote des nitrates si l'on prévoit que la demande sera forte.

✔ **Bien choisir le moment des épandages.** Faire des applications fractionnées sur les céréales et les oléagineuses, mais éviter les applications en présemis si les teneurs en azote sont élevées.

✔ **Utiliser des plantes couvre-sol (ou des cultures-pièges) durant la saison morte** afin de piéger et de retenir l'azote biodisponible en vue d'une utilisation future.

Voici des pratiques de gestion optimales visant les épandages qui contribuent elles aussi à réduire les émissions de GES. En plus du plan de gestion des éléments nutritifs et de l'efficacité d'utilisation de l'azote (EUA), il importe de prêter une attention particulière aux facteurs suivants :

▸ moment des épandages choisi en fonction de la saison et des conditions météorologiques;

▸ taux d'application établi selon les besoins de la culture de manière à réduire au minimum le gaspillage et à atteindre l'objectif visé;

▸ méthode d'application choisie de manière à réduire au minimum les pertes et à améliorer l'EUA.

Les épandages hivernaux augmentent les pertes de méthane, d'ammoniac et d'oxyde de diazote.

CHOIX DU MOMENT

✔ **Éviter d'épandre du fumier en fin d'automne et durant l'hiver.** Les épandages effectués à ces périodes de l'année accélèrent la dénitrification. Pendant la fonte des neiges, le sol devient saturé les conditions anaérobies favorisent l'émission de CH_4 et de N_2O.

✔ **Éviter si possible de faire les épandages quand des pluies abondantes sont prévues ou juste avant la fonte des neige,** afin de réduire les pertes d'éléments nutritifs, le ruissellement, le compactage du sol et l'évacuation d'eaux contaminés dans les tuyaux de drainage. Éviter d'épandre du fumier s'il vient de pleuvoir ou si des pluies abondantes sont prévues dans les 12–24 heures suivant l'application si les terres sont dotées d'un réseau de drainage souterrain. À noter :

  ▸ Les eaux de ruissellement emportent le fumier dans des zones où l'eau s'accumule en surface et où le fumier continuera d'être soumis à la dénitrification et à la décomposition anaérobie jusqu'à épuisement des sources de carbone et d'azote.

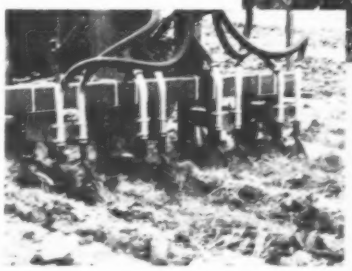
  ▸ Il vaut mieux incorporer le fumier au sol avant la pluie pour réduire les pertes par volatilisation; les pertes de NH_3 sont moins grandes quand le temps est frais et pluvieux.

  ▸ Éviter d'épandre du fumier liquide quand de l'eau coule déjà dans les tuyaux de drainage.

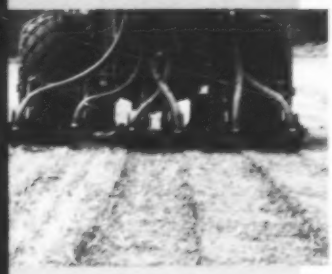
✔ **Durant l'été, dans les cultures sarclées, envisager d'épandre le fumier en bandes latérales sur du chaume de céréales ou entre les coupes de cultures fourragères.** Cette façon de procéder évite d'endommager la culture en plus d'empêcher le fumier d'entrer en contact avec son feuillage.

✔ **Enfouir le fumier dans les 24 heures qui suivent son épandage.**

Réduire les émissions provenant du sol par des épandages en bandes latérales.



Incorporer le fumier au sol dans les 24 heures qui suivent l'épandage ou injecter le fumier dans la zone racinaire afin de réduire les pertes d'éléments nutritifs.



Dans la mesure du possible, abaisser les taux d'application de fumier liquide afin de garder le sol plus sec et d'engendrer moins d'émissions de GES.

TAUX D'APPLICATION

✔ **Réduire les taux d'application afin de limiter au minimum la dénitrification.**

✔ **Envisager d'abaisser les taux d'application des matières liquides** (< 15 000 gal/ac). Cette mesure réduit le taux d'humidité du sol et donc aussi les pertes de CH_4 et de N_2O.

✔ **Pour toutes les sources d'azote, veiller à ce que les taux d'application se rapprochent des taux nécessaires au seuil de rentabilité économique.** Dans le cas de l'azote de source organique, l'apport doit correspondre environ à la moitié seulement des besoins des cultures.

MÉTHODES D'APPLICATION

✔ **Faire l'incorporation immédiatement, si possible.**

MÉTHODE D'APPLICATION	PERTES D'OXYDE DE DIAZOTE (kg N_2O-N/ha
Incorporation	2,7
Injection	4,8
Pleine surface	5,6

L'injection réduit les pertes d'ammoniac.

✔ **Maximiser le contact sol-fumier pour réduire les pertes par volatilisation.** Par rapport à un épandage de fumier en pleine surface, les pertes d'ammoniac (NH_3) sont réduites de 39 % si l'épandage se fait en bandes latérales, de 43 % si l'on utilise des sabots d'épandage trainés, et de 57 % si l'on procède à une injection superficielle. Toutefois, l'épandage en bandes ou l'injection du fumier liquide peut accroître la dénitrification du fait de la concentration de C et de N dans des conditions de chaleur et d'humidité. Par contre, l'injection suivie du recouvrement du sol peut réduire les pertes de NH_3 par volatilisation. L'injection réduit les pertes NH_3.

✔ **Éviter d'utiliser du fumier pour la fertirrigation.** L'incorporation de fumier à l'eau d'irrigation entraine des émissions excessives de N_2O à cause des conditions de saturation. S'il y a irrigation, ne pas irriguer en hauteur.

✔ **Éviter les applications par temps très chaud, humide ou venteux.** Les odeurs sont alors plus intenses et les pertes d'ammoniac accrues.

✔ **Se soucier des voisins** quand les épandages se font près de leur domicile.

✔ **Quand la situation le permet, travailler au préalable les terres dotées d'un réseau de drainage souterrain avant d'y épandre du fumier liquide.** Cette précaution vise à briser les macropores et à réduire l'infiltration dans les tuyaux de drainage. Se soucier de la conservation du sol. Maintenir le plus possible de résidus à la surface du sol. Nota : Le travail préalable du sol peut ne pas être nécessaire s'il existe un moyen de jeter un coup d'œil aux sorties de drainage.

Éviter les épandages à la surface du sol sur les terrains en pente raide adjacents à des zones sensibles sur le plan environnemental.

✔ **Inspecter les drains** pour s'assurer de l'absence de fumier.

✔ **Éviter les épandages en surface sur des terrains très en pente** situés à proximité de cours d'eau, de lacs, d'étangs ou de zones humides.

✔ **Se tenir à l'affût de tout déversement et se tenir prêt à y réagir.**

GESTION DES PÂTURAGES ET DU BROUTAGE

En plus d'être plus productifs, les pâturages bien gérés réduisent les émissions. En fait, ils peuvent jouer le rôle de puits de carbone (en retenant et en convertissant plus de GES qu'ils n'en libèrent). Les pâturages bien gérés utilisent plus efficacement les éléments nutritifs et ne favorisent pas de conditions anaérobies propices aux émissions de GES.

Les fourrages de plus haute qualité issus des pâturages soumis au broutage intensif font en sorte que les ruminants produisent moins de méthane et affichent un meilleur indice de conversion. Avec des fourrages de haute qualité, les bovins mis au pâturage produisent 50 % moins de méthane. Les légumineuses dans les systèmes d'amélioration des pâturages permettent de réduire de 10 % les émissions de méthane.

Les pâturages mal gérés peuvent être une source nette de GES. Le méthane est produit par le broutage des ruminants et par les pâturages mal drainés. De l'ammoniac et de l'oxyde de diazote sont libérés par les sols et les surfaces couvertes de fumier. Le surpâturage peut détruire les nouvelles pousses et épuiser les réserves dans les racines.

Les pâturages soumis au broutage intensif utilisent mieux les éléments nutritifs et produisent moins de GES que ceux qui sont soumis au broutage traditionnel.

Gestion des pâturages

Le broutage contrôlé équivaut à un fourrage de qualité améliorée.

Le broutage continu se traduit par un gaspillage de fourrage, une productivité réduite et un moins grand gain de poids par acre de terre.

La gestion des pâturages englobe l'établissement des pâturages, leur amélioration, la surveillance du broutage, le clôturage, la protection de l'environnement, l'approvisionnement en eau, la santé animale et les considérations de coûts.

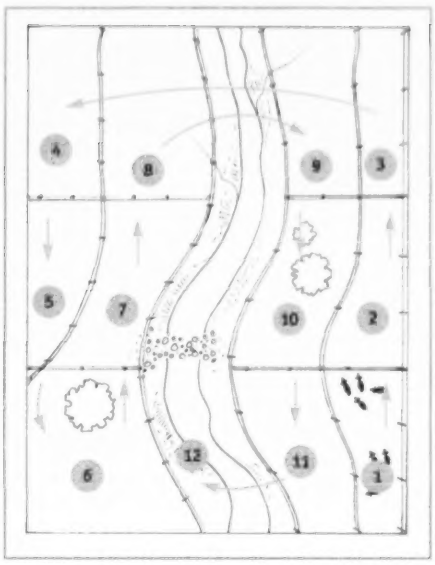
Tout système de gestion des pâturages convenable vise notamment :

- à assurer une bonne fertilité des sols;
- à bien choisir les cultures qui peupleront les pâturages;
- à maîtriser les mauvaises herbes;
- à veiller à préserver le caractère durable des pâturages;
- à bien planifier le clôturage des pâturages (pour le broutage intensif);
- à offrir aux animaux eau, ombre et minéraux;
- à veiller à la santé des animaux; et
- à assurer la protection des zones riveraines.

Le sursemis est une pratique visant l'amélioration des pâturages qui contribue du même coup à réduire les émissions de GES.

La pratique du broutage intensif alliée à des pâturages plus riches en éléments nutritifs entraînent une moins grande production de méthane dans les pâturages de moutons. Les pâturages riches en azote ou en légumineuses occasionnent des émissions de méthane de 26 % et de 17 % inférieures, respectivement, à celles qui sont associées aux pâturages pauvres en azote.

Un meilleur gain de poids et la consommation de fourrage plus fin réduisent les émissions de GES par les ruminants, perturbent moins le sol et créent moins de conditions anaérobies.

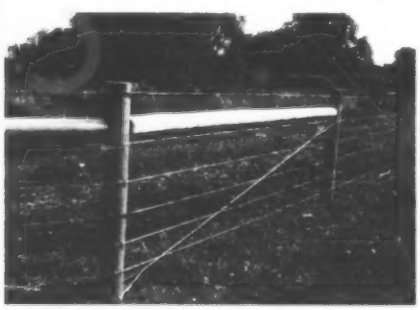


Le broutage intensif bien géré suppose la surveillance attentive de la qualité des pâturages, du choix du moment de l'utilisation des pâturages et du comportement des animaux mis au pâturage.

La gestion du broutage a pour objectif d'assurer une croissance suffisante du feuillage et l'accumulation de réserves dans les racines pour favoriser la repousse après le broutage des animaux, en plus de prévoir un temps de repos suffisant pour que les pâturages respectent cet objectif.

Pour une foule de raisons, les zones broutées qui bordent une zone riveraine (c.-à-d. qui se situent aux abords d'un cours d'eau, d'une zone humide, d'un étang ou d'un lac) ont besoin de protection. Les zones riveraines sont des zones de stockage du carbone importantes et permettent de capter les nitrates emportés par lessivage avant qu'ils n'atteignent les eaux de surface. Au besoin, l'exclusion totale des animaux de ces zones par la gestion du broutage et le clôturage contribuent aussi à réduire les émissions de GES.

Les pâturages gérés et l'utilisation judicieuse de clôtures font partie des pratiques d'agriculture durable. Les pâturages bien gérés, notamment les terres cultivées converties en pâturage, peuvent être plus productifs, rentables et respectueuses de l'environnement. Ils réduisent considérablement les taux d'érosion et la consommation d'énergie. Ils abaissent nettement les taux de dénitrification et augmentent les taux de piégeage du carbone dans le sol. Ils améliorent la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines. Ils sont un habitat pour la faune et lui offre des couloirs de circulation.



Les pâturages bien gérés piègent davantage de GES qu'ils n'en émettent.

ÉTABLISSEMENT DES CULTURES

✔ **Demander une analyse de sol!** La fertilité des sols servant de pâturages aide les cultures à s'établir, à croître et à livrer une concurrence aux mauvaises herbes.

- ▸ Faire analyser le sol un an avant l'établissement de la culture.
- ▸ Maintenir des teneurs moyennes en P et en K, car les cultures fourragères et les pâturages ont besoin de beaucoup d'éléments nutritifs.
  - Les teneurs en P et en K sont le plus souvent des facteurs limitatifs.
  - Des teneurs en P et en K élevées entraînent une meilleure efficacité d'utilisation de l'azote (EUA).
- ▸ Échantillonner séparément les zones particulières (comme les monticules érodés destinés à être retirés des superficies de culture).

Semer des mélanges adaptés aux conditions locales.

MÉLANGE DE SEMENCES

✔ **Choisir un mélange** qui soit adapté aux conditions du site, qui assure la croissance des cultures, les objectifs de gain de poids et l'utilisation des terres. Les espèces qui sont facilement digestibles, durables, à croissance rapide et efficaces sur le plan de l'absorption de l'azote et de l'eau sont plus écologiques.

TECHNIQUES DE SEMIS

✔ **Utiliser des cultures-abris** comme des céréales de printemps uniquement dans les zones vulnérables à l'érosion.

✔ **Enfouir les semences à moins de 1 cm de profondeur.**

✔ **Recourir au semis direct dans la mesure du possible.** Le semis direct perturbe moins le sol. On peut y recourir après la destruction d'un couvre-sol et avant l'établissement de la culture.

Utiliser dans la mesure du possible du matériel de semis direct, car celui-ci perturbe moins le sol et garde le carbone dans la couche arable.

LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES

✔ **Détruire les mauvaises herbes vivaces** avant qu'elles ne s'établissent.

✔ **Faucher les mauvaises herbes** tôt durant leur établissement ou au besoin.

AMÉLIORATION DES PÂTURAGES

La lutte contre les mauvaises herbes durant l'établissement de la culture évite la pression indue des mauvaises herbes par la suite.

✔ **Rajeunir les pâturages là où ils en ont besoin afin d'améliorer les zones peu broutées parce que peu fertiles.**

- ▸ Demander une analyse de sol et fertiliser pour accroître la survie et la croissance des espèces souhaitées.
- ▸ Élaborer et respecter un plan de gestion du broutage afin de soutenir la production.

✔ **Rénover les pâturages afin d'en accroître la productivité par l'introduction d'espèces de pâture sans déranger le sol.** Une rénovation réussie tient aux facteurs suivants :

- ▸ choix du bon mélange de cultures;
- ▸ préparation de l'emplacement;
- ▸ choix du moment des semis;
- ▸ fertilité et taux d'humidité du sol durant l'établissement;
- ▸ maîtrise des mauvaises herbes durant l'établissement.

PGO VISANT LE BROUTAGE

La gestion du broutage a pour objectif d'assurer une croissance suffisante du feuillage et l'accumulation des réserves nécessaires dans les racines pour favoriser la repousse après le séjour des animaux dans un pâturage. Elle a aussi pour objectif de prévoir un temps de repos assez long pour que le pâturage se régénère. Voici des opérations qui contribuent à maintenir un pâturage écologique et durable :

✔ **Épandre le fumier uniformément.** Garder le pâturage en excellent état.
✔ **Favoriser les insectes utiles.**
✔ **L'hiver, étaler les rations sur une grande superficie.**
✔ **Garder en réserve des pâturages de haute qualité.**
✔ **Déplacer fréquemment le tas de litière.**
✔ **Servir les aliments sur un sol plat ou peu incliné.**

AVANTAGES DU BROUTAGE CONTRÔLÉ

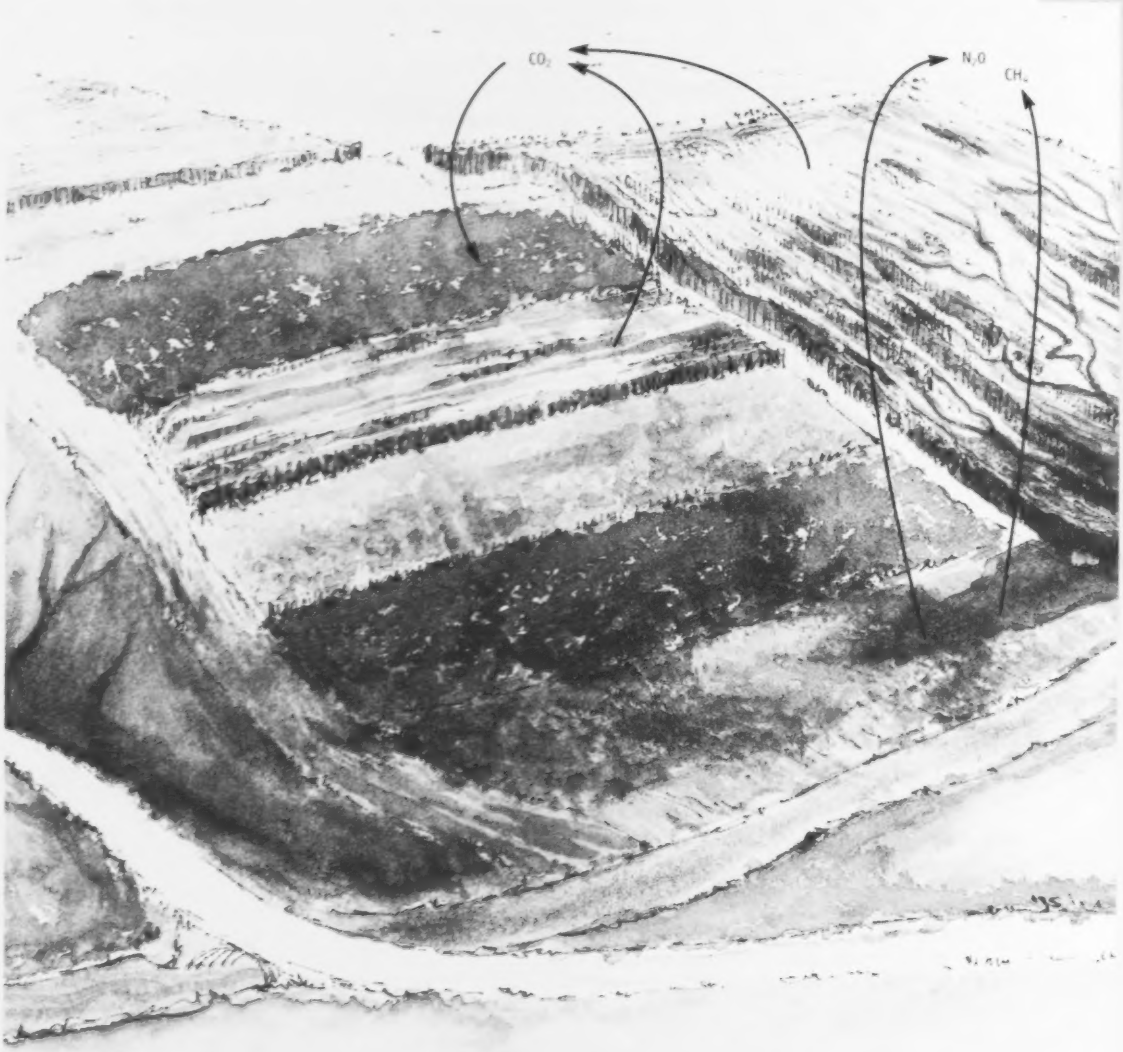
- ▸ vaches plus productives;
- ▸ amélioration du gain de poids;
- ▸ réduction des émissions de méthane/kg de viande, en raison de la qualité accrue des fourrages;
- ▸ amélioration des pâturages, donc enrichissement du sol en carbone organique (CO_2).

PRATIQUE DE GESTION	DESCRIPTION DU SYSTÈME DE BROUTAGE	SITUATIONS SE PRÊTANT À CETTE PRATIQUE	DIRECTIVES DE GESTION	REMARQUES
BROUTAGE À LONGUEUR D'ANNÉE	• présence des animaux pendant toute l'année • choix maximal de fourrage offert aux animaux	• très faible densité animale (fermes d'agrément ou micro-exploitations) • répercussions minimes observées • animaux se déplaçant au gré des repousses	• éviter que les animaux ne passent trop de temps près des plaines inondables ou des berges • tenir les animaux à distance des zones sensibles en installant des obstacles; leur fournir sel, aliments, ombre et eau	• les espèces fourragères risquent d'être surpâturées; les dommages saisonniers ne sont pas écartés • peut s'associer à des clôtures ménageant des corridors d'où les animaux sont exclus, surtout si le pâturage se trouve à proximité d'un cours d'eau étroit et de fossés de drainage • ne convient pas aux pâturages situés près de terres humides et d'étangs • **ne constitue pas une pratique optimale de réduction des émissions à moins que des PGO ne soient employées pour décourager les rassemblements et à moins que des pratiques de gestion des pâturages ne contribuent à garder le fourrage appétent**
BROUTAGE À DURÉE CONTRÔLÉE (OU DE COURTE DURÉE)	• rotations fréquentes et répétées des animaux entre plusieurs enclos • forte densité animale pendant de brèves périodes, avec périodes de repos destinées à la régénération des pâturages	• zones herbeuses servant de pâturages aux abords de cours d'eau, pourvu que les enclos soient clôturés • exploitations laitières ou autres exploitations d'élevage à haut rendement	• dans la plupart des zones riveraines, déplacer le bétail quand le fourrage ne fait plus que 10–15 cm (4–6 po) de haut • établir la fréquence des rotations en fonction de la vitesse de croissance des cultures • choisir le moment où sortir les animaux d'un pâturage et déterminer l'intensité du broutage de manière à maîtriser les mauvaises herbes	• prévoir des périodes de repos suffisamment longues pour laisser la chance aux cultures de se régénérer • ne pas laisser brouter les animaux trop longtemps au même endroit pour que la culture ait le temps de pousser avant leur retour • des dommages sont à craindre au printemps • **cette pratique a une certaines efficacité pour la réduction des émissions de GES, car le fumier est bien réparti, les zones humides sont évitées et le fourrage reste appétent**
ROTATION SAISONNIÈRE (OU ROTATION DIFFÉRÉE)	• attendre avant de faire brouter un pâturage que les principales espèces aient atteint le stade voulu et que les conditions du sol exposent moins celui-ci aux dommages	• pâturages à faible densité animale situés près de ruisseaux larges et de rivières de largeur moyenne afin d'éviter les dommages causés au printemps et les stress imposés aux végétaux à la mi-été.	• les périodes de broutage ne nécessitent pas une gestion aussi serrée que dans le cas du broutage à durée contrôlée • assortir cette pratique de systèmes de distribution d'eau de remplacement et de moyens de tenir les animaux à distance des rives	• les zones riveraines doivent être en bonne santé avant que ce système puisse être utilisé • ce système aide les cultures nouvelles des bandes tampons à s'établir • **le système est efficace sur le plan de la réduction des émissions étant donné qu'il aide les plantes vivaces à s'établir**

PRATIQUE DE GESTION	DESCRIPTION DU SYSTÈME DE BROUTAGE	SITUATIONS SE PRÊTANT À CETTE PRATIQUE	DIRECTIVES DE GESTION	REMARQUES
ROTATION DES PÂTURAGES SUR TROIS ANS INCLUANT UNE PÉRIODE DE REPOS	• ce système consiste en une rotation sur trois ans incluant une période de repos • seulement deux pâturages sur trois sont broutés chaque année • le calendrier de rotation des pâturages est le suivant : *année 1 :* broutage au printemps; *année 2 :* broutage de fin d'été et d'automne; *année 3 :* repos complet	• pâturages situés près de zones riveraines; ces dernières peuvent être utilisées comme pâturages pour permettre la rénovation des pâturages habituels ou laisser le temps à des pâturages améliorés de s'établir • ne se prêtent pas à cette pratique: les zones riveraines peuplées surtout de buissons étant donné que les plantes ligneuses n'ont pas suffisamment de temps de repos pour s'établir	• broutage semi-extensif qui laisse le pâturage se reposer une année sur trois • ce système doit être géré de façon à empêcher la dégradation des berges au printemps et l'épuisement des réserves de fourrage à l'automne • tenir les animaux à distance des zones sensibles en installant des obstacles et en leur fournissant sel, aliments, ombre et eau	• si le système est utilisé dans des zones riveraines plantées d'arbres, limiter la période de broutage prévue dans la rotation de fin d'été aux moments où les cultures herbacées ne sont qu'à moitié consommées, afin d'empêcher les animaux de brouter les espèces ligneuses • l'ajout de nouveaux pâturages augmente la durée pendant laquelle un pâturage est au repos et protège les espèces ligneuses • permet le broutage de zones rénovées pendant des périodes de sécheresse prolongée • **le système est efficace sur le plan de la réduction des émissions étant donné que la période de repos permet la régénération des cultures et le piégeage du carbone**
GESTION LOCALISÉE	• aménagement d'enclos conçus pour maximiser l'efficacité du broutage et réduire au minimum les risques de surpâturage en intervenant sur les facteurs suivants : cultures, saison de croissance et emplacement	• zones riveraines très particulières (p. ex. plaines inondables mouillées et pentes de ravins dégradées)	• faire brouter les sites plus secs en premier et pendant de brèves périodes; garder pour plus tard les sites plus mouillés et les faire brouter eux aussi pendant de courtes périodes	• faible densité animale acceptable dans les zones de ravins enherbés, les plaines inondables et les zones bordant des terres humides, pourvu que l'accès des animaux vise à maîtriser les mauvaises herbes, soit de courte durée et soit limité aux périodes les plus sèches • **cette pratique entraîne une grande réduction des émissions de GES étant donné que les emplacements sont broutés à des moments où les répercussions seront minimales**

GESTION DES CULTURES ET DES TERRES CULTIVÉES

LES TERRES CULTIVÉES : À LA FOIS SOURCE ET PUITS DE CARBONE



Les terres cultivées peuvent être à la fois une source et un puits de GES. Les sols mal gérés sont plus vulnérables à la détérioration et aux pertes; ils deviennent une source importante de CO_2. Les sols détrempés et compactés peuvent être une source d'oxyde de diazote et de méthane. Les sols bien gérés sont un puits de carbone et émettent considérablement moins de GES.

SOURCE DE CARBONE

Les sols détrempés émettent davantage de méthane et d'oxyde de diazote.

Les terres cultivées peuvent être une source **d'émissions directes** par les phénomènes suivants :

- **pertes de carbone organique dans le sol (COS)** – les cultures sarclées et les pratiques de travail du sol traditionnelles appauvrissent le sol en matière organique et en carbone;
- **émissions de méthane** – les émissions de méthane par les terres cultivées sont normales; elles augmentent dans des conditions de sol anaérobies ou partiellement anaérobies ou si le sol est compacté;
- **pertes d'oxyde de diazote** – ces pertes sont maximales lorsque le lit de semence est chaud, qu'il est le moindrement humide et que les teneurs en azote résiduel sont élevées (p. ex. si le fumier est épandu en surface et qu'il n'est pas incorporé au sol).

Les émissions indirectes sont causées par les deux phénomènes suivants :

- **érosion du sol** – les pertes de sol accélèrent les pertes de COS et augmentent les besoins de fertilisation de compensation;
- **volatilisation de l'ammoniac** – le fumier et autres éléments fertilisants épandus en surface provoquent la volatilisation de l'ammoniac.

Voici des moyens de **réduire les pertes au minimum :**

- **protection du sol** – avec un travail réduit du sol, la gestion des résidus, l'installation de cultures couvre-sol et des mesures qui protègent les sols des érosions éolienne et hydrique;
- **aération du sol** – à l'aide de pratiques qui contrôlent la teneur en eau du sol, réduisent le compactage et augmentent l'aération (p. ex. par le drainage souterrain visant à réduire les émissions de méthane et de N_2O).

Les sols protégés et productifs contribuent à réduire les émissions attribuables à l'agriculture.

PUITS DE CARBONE

Voici des mesures permettant de **réduire les émissions :**

- **enrichissement du sol en carbone organique** – par des PGO comme l'apport de fumier et d'autres matières organiques, la croissance de fourrages, de cultures couvre-sol et d'autres cultures améliorant la structure du sol;
- **réserve d'azote organique** – l'apport de cultures-pièges, de légumineuses et de matières riches en éléments fertilisants augmente les teneurs en azote organique.

Stocker le carbone pendant plus longtemps. Aménager des brise-vent et planter des arbres sur les bandes tampons et sur les terres fragiles.

PGO VISANT LES CULTURES ET LE TRAVAIL DU SOL

POUR LES EXPLOITATIONS D'ÉLEVAGE

PGO CONTRE LES GES	AVANTAGES POUR LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS	DESCRIPTION	CONSEILS POUR MAXIMISER LES AVANTAGES
AMÉLIORATION DES RENDEMENTS FOURRAGERS	**Apport de C moyen** • réduit les émissions de méthane par les ruminants • réduit le besoin d'engrais azotés **Réduction des pertes de N_2O** • améliore la qualité du sol	• mesures favorisant l'établissement, l'entretien et la récolte convenables des cultures de graminées ou de légumineuses destinées à servir de pâture, de fourrage ou d'ensilage mi-fané • la fertilisation améliore la fertilité et la qualité du sol et réduit les émissions de GES	• chercher des occasions à saisir dans les programmes de cultures en cours; faire des échanges avec les voisins • choisir des cultivars rustiques et appétents • maintenir des concentrations de P et de K compatibles avec une productivité maximale • essayer les méthodes de semis direct et de travail réduit du sol pour l'établissement

Les cultures fourragères sont bénéfiques pour le sol à bien des points de vue : elles freinent les pertes de C et de N, lui apportent de la matière organique et en améliorent l'aération, réduisant ainsi encore davantage les pertes de CH_4 et de N_2O.

ROTATION DES CULTURES	**Faible apport en C** • améliore la qualité du sol • améliore la productivité • atténue la menace exercée par les ennemis des cultures	• pratique consistant à faire alterner, parfois annuellement, des cultures appartenant à des groupes différents • mesure diversifiant l'écologie des systèmes culturaux en permettant de réduire la pression exercée par les mauvaises herbes et les ennemis des cultures, d'améliorer la structure du lit de semence et d'accroître la productivité totale	• dans la mesure du possible, planifier des rotations à long terme (c.-à-d. plus de types de cultures, sur plus d'années), surtout si la rotation comprend des cultures fourragères • cultiver en alternance des cultures appartenant à des groupes différents (c.-à-d. graminées et dicotylédones) • inclure des cultures de couverture dans la rotation, afin de piéger l'azote

Il a été démontré que les rotations culturales comprenant une grande proportion de monocultures répétées contenaient 9 % de matière organique de moins que les rotations plus traditionnelles incluant des graminées ou des légumineuses.

CULTURES DE COUVERTURE	**Faible apport en C** • améliore la qualité du sol • améliore la productivité • atténue la menace exercée par les ennemis des cultures	• culture visant spécifiquement à protéger le sol • « culture de couverture » renvoie souvent à une culture qui améliore ou régénère le sol	• bien planifier la place des cultures dans la rotation • s'assurer qu'il est possible de détruire la culture de couverture et que l'azote se trouvera libéré au bon moment

Les cultures de couverture offrent un potentiel de stockage du carbone égal à la moitié de celui du semis direct, en plus de contribuer à réduire au minimum les émissions de N_2O quand elles sont laissées sur pied durant l'hiver et ne sont détruites qu'au printemps. Ces cultures sont particulièrement utiles aux exploitations où le semis direct n'est pas envisageable, mais où une couverture végétale est nécessaire.

POUR LES EXPLOITATIONS D'ÉLEVAGE

PGO CONTRE LES GES	AVANTAGES POUR LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS	DESCRIPTION	CONSEILS POUR MAXIMISER LES AVANTAGES
SEMIS DIRECT	**Apport de C moyen** **Réduction des pertes de N_2O** • améliore la qualité du sol • réduit l'érosion du sol	• méthode de semis en vertu de laquelle les semoirs dérangent le sol au minimum et laissent en place des résidus de la culture précédente • selon la culture, la surface du sol peut être en bonne partie couverte pendant toute l'année	• étaler les résidus uniformément derrière la moissonneuse-batteuse • choisir le matériel de travail du sol en fonction du type de sol • modifier le matériel utilisé pour les semis et les opérations culturales • adapter le programme de lutte contre les ennemis des cultures pour faire face aux changements dans les ennemis à combattre
	Le semis direct ralentit le processus de décomposition, ce qui permet des gains considérables de carbone, diminue la consommation d'énergie et le débit de N_2O. Le semis direct semble produire moins d'émissions de GES que les méthodes traditionnelles de travail du sol. Du point de vue de la réduction des émissions, le semis direct convient surtout aux exploitations d'élevage qui pratiquent une gestion sur fumier liquide.		
TRAVAIL RÉDUIT DU SOL	**Réduction des pertes de C** **Faible apport en C** **Réduction des pertes de N_2O** • améliore la qualité du sol • réduit l'érosion du sol	• pratique reposant sur la réduction du nombre de passages de la machinerie et sur la gestion des résidus de culture restés sur place • cette pratique laisse une couche de résidus à la surface du sol	• étaler les résidus uniformément derrière la moissonneuse-batteuse pour éliminer les andains • choisir l'épaisseur de la couche de résidus de manière à assurer la protection du sol tout en permettant aux cultures de lever au travers • choisir le matériel de travail du sol en fonction du type de sol • adapter le matériel utilisé pour les semis et les opérations culturales, selon les besoins
TRAVAIL DU SOL EFFECTUÉ AU MOMENT OPPORTUN	**Réduction des pertes de CH_4** **Réduction des pertes de N_2O** • réduit le ruissellement • réduit l'érosion • améliore la productivité	• pratique visant à effectuer les opérations culturales lorsque les conditions de sol sont optimales pour garantir un bon contact sol-semence	• attendre que les conditions de sol soient adéquates • vérifier les conditions d'humidité du sol à la profondeur de travail du sol prévue • installer des cultures de couverture et pratiquer la rotation des cultures • faire varier la profondeur de travail du sol

POUR LES EXPLOITATIONS D'ÉLEVAGE

PGO CONTRE LES GES	AVANTAGES POUR LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS	DESCRIPTION	CONSEILS POUR MAXIMISER LES AVANTAGES
APPORTS DE FUMIER	**Apport de C moyen** • réduit le besoin d'engrais azotés **Réduction des pertes de N_2O** • améliore la qualité du sol • réduit le lessivage des nitrates	• épandages de fumier solide ou liquide effectués après la récolte ou en bandes latérales avant l'établissement d'une grande culture • le fumier peut être épandu en pleine surface, injecté ou appliqué en bandes latérales	• mettre au point et respecter un plan de gestion des éléments nutritifs • faire analyser le sol et le fumier • se tenir à l'affût des sols carencés en carbone organique • choisir des taux d'application de manière à combler les besoins des cultures et à consolider la structure du sol • incorporer le fumier au sol pour réduire les pertes • ne pas épandre de fumier l'hiver

Les épandages de fumier peuvent augmenter passablement les teneurs en carbone organique du sol. Ainsi, après 18 ans d'épandages de fumier, ces teneurs ont augmenté de 45 % dans un champ du Québec soumis à une rotation maïs-blé-orge.

APPORTS DE MATIÈRES AUTRES QUE DU FUMIER, p. ex. BIOSOLIDES	**Apport de C moyen** • réduit le besoin d'engrais azotés **Réduction des pertes de N_2O** • améliore la qualité du sol • peut réduire le lessivage des nitrates	• les apports de biosolides, (p. ex. biosolides provenant d'égout, déchets organiques provenant de papetières, composts et déchets de transformation des aliments) enrichissent considérablement le sol en carbone organique • dans la plupart des cas, on a recours aux mêmes méthodes d'application pour épandre les biosolides que pour épandre le fumier	• voir ci-dessus les conseils afférents aux apports de fumier • s'assurer que les matières ont été analysées et tenir compte des résultats de ces analyses • suivre les lignes directrices et les normes établies relativement aux distances minimales de séparation et au choix du moment des épandages
DRAINAGE	**Réduction des pertes de COS** **Réduction des pertes de CH_4** • réduit la dénitrification • réduit le ruissellement • réduit l'érosion • améliore la productivité	• enlèvement de l'excès d'eau dans le champ à l'aide de tuyaux de drainage souterrains ou d'ouvrages de drainage en surface • le drainage souterrain (méthode de drainage la plus courante) repose sur l'installation de tuyaux à des profondeurs et selon des espacements déterminés afin d'évacuer l'eau en toute sécurité vers un exutoire sûr	• ne pas utiliser le réseau de drainage comme mode d'élimination des eaux contaminées • intégrer le réseau de drainage à un système de conservation de l'eau et du sol afin de tenir compte également de la circulation de l'eau de surface • utiliser des prises d'eau de surface pour empêcher l'eau de stagner par moments

L'amélioration du drainage du sol, notamment par l'installation de tuyaux de drainage souterrains et de prises d'eau de surface destinées à réduire la formation de flaques, contribue à réduire la création de conditions anaérobies peuvant conduire à des émissions de CH_4 et de N_2O.

POUR LES EXPLOITATIONS D'ÉLEVAGE

PGO CONTRE LES GES	AVANTAGES POUR LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS	DESCRIPTION	CONSEILS POUR MAXIMISER LES AVANTAGES
RÉDUCTION DE LA CIRCULATION DE LA MACHINERIE	**Réduction des pertes de CH_4** • réduit la dénitrification • réduit le ruissellement • réduit l'érosion • améliore la productivité	• moins il y a de circulation de machinerie, moins il y a de compactage et moins il y a création de conditions anaérobies • dans les exploitations d'élevage, le sol se trouve compacté par les véhicules transportant le fumier et par les animaux eux-mêmes	• si possible, limiter la circulation aux allées de voiture et aux interlignes de roulement • ne pas oublier que les tournières enherbées protègent le sol des répercussions de la circulation sur les champs • limiter le travail du sol afin de réduire la circulation lorsque le sol est mouillé

Le choix du moment des opérations aratoires et la réduction du nombre de passages de la machinerie contribuent à la réduction du compactage du sol, qui, à son tour, améliore l'aération du sol et réduit les émissions de GES.

PRATIQUES DE CONSERVATION DES SOLS (p. ex. LA CULTURE EN BANDES)	**Réduction des pertes de COS** • réduit le ruissellement • réduit l'érosion • améliore la productivité	• la culture suivant les courbes de niveau et la culture en bandes sont des exemples de pratiques de conservation du sol • ces pratiques visent à limiter l'érosion en atténuant l'effet de la pente et en augmentant la couverture végétale • elles peuvent réduire l'érosion jusqu'à 90 % lorsqu'elles sont combinées à des PGO visant la gestion des sols	• intégrer ces pratiques dans le système global de conservation des sols et de l'eau • en profiter pour avoir une couverture végétale permanente, diversifier les cultures comprises dans la rotation et multiplier les occasions d'épandre du fumier
STRUCTURES ANTIÉROSIVES	**Réduction des pertes de COS** **Réduction des pertes de CH_4** • réduit la dénitrification • réduit le ruissellement • réduit l'érosion • améliore la productivité	• les structures antiérosives comme les voies d'eau gazonnées et les bassins de sédimentation freinent l'érosion en ralentissant l'eau qui s'écoule en surface et en atténuant l'effet des pentes	• intégrer ces structures dans le système de drainage et de conservation des sols • en profiter pour avoir une couverture végétale permanente qui assure un meilleur piégeage du carbone et une plus grande assimilation des nitrates

Les structures antiérosives qui font partie des systèmes de conservation des sols et de l'eau permettent de gérer le ruissellement en surface et d'atténuer les risques d'érosion du sol engendrés par les pentes.

ANIMAUX D'ÉLEVAGE ET ZONES NATURELLES

PGO VISANT À RÉDUIRE LES ÉMISSIONS ET À AMÉLIORER LE PIÉGEAGE

POUR LES EXPLOITATIONS D'ÉLEVAGE

PGO CONTRE LES GES	AVANTAGES POUR LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS	DESCRIPTION	CONSEILS POUR MAXIMISER LES AVANTAGES
TERRES HUMIDES (MARAIS, MARÉCAGES, TOURBIÈRES HAUTES ET TOURBIÈRES BASSES)	**Apport élevé de C** • forte utilisation des nitrates **Réduction des pertes de N_2O** • avantages sur le plan de l'habitat • stocke l'eau et assure l'approvisionnement en eau	• sources de GES : sols organiques et sols saturés en milieux humides • puits de GES : ils piègent le carbone et assimilent les nitrates dans leur végétation • les terres humides sont des puits plus que des sources de GES – si elles sont drainées, elles deviennent des sources d'émissions	• éviter d'endommager les sols, les cours d'eau et la végétation • protéger les milieux humides des matières délétères • se procurer un permis pour y modifier quoi que ce soit • en ce qui a trait aux récoltes, appliquer les principes de développement durable afin de garantir un approvisionnement à long terme et de réduire les répercussions néfastes • ne pas faire brouter les terres humides
BOISÉS	**Apport élevé de C** • forte utilisation des nitrates **Réduction des pertes de N_2O** • avantages sur le plan de l'habitat	• les sols des boisés et les arbres sont les meilleurs puits de carbone sur une ferme • les sols non perturbés des forêts et les arbres de grande valeur et d'une grande longévité absorbent le carbone plus efficacement que tout autre élément de la propriété agricole	• pratiquer une gestion durable des forêts • créer un environnement propice à la croissance des essences d'arbres ayant le plus de valeur et de la meilleure qualité, tout en intégrant les avantages d'autres ressources (conservation de la faune, des sols, de l'eau et des sources d'énergie renouvelables)

La gestion des boisés vise avant tout à créer un milieu favorable à la croissance des espèces d'arbres les plus en demande et de la plus haute qualité. On devrait aussi tirer parti des avantages que procurent d'autres ressources, en assurant notamment la conservation de la faune, des sols, de l'eau et des sources d'énergie renouvelables.

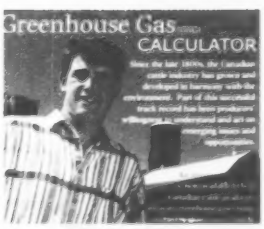
ZONES RIVERAINES	**Apport élevé de C** • forte utilisation des nitrates **Réduction des pertes de N_2O** • avantages sur le plan de l'habitat • stockage de l'eau	• les plaines inondables des rivières et des ruisseaux, les vallées, les rives des lacs et les abords des étangs peuvent être considérés comme des zones riveraines • les zones riveraines, gérées ou non, présentent de nombreux avantages environnementaux	• éviter les dommages occasionnés aux berges, aux sols, aux voies d'eau et à la végétation • protéger les zones riveraines des substances délétères et des répercussions du broutage des animaux • lors des épandages d'éléments nutritifs et de pesticides, respecter les distances de retrait recommandées

Une forte densité animale sur une zone riveraine compromet la possibilité de réduire les émissions de GES. Les animaux risquent aussi d'endommager le sol, l'eau et les habitats. Se renseigner auprès des autorités régionales chargées de la protection de l'environnement sur d'éventuelles restrictions visant l'accès des animaux aux zones riveraines.

POUR LES EXPLOITATIONS D'ÉLEVAGE

PGO CONTRE LES GES	AVANTAGES POUR LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS	DESCRIPTION	CONSEILS POUR MAXIMISER LES AVANTAGES
BANDES TAMPONS	**Apport élevé de C** • forte utilisation des nitrates **Réduction des pertes de N_2O** • avantages sur le plan de l'habitat	• les bandes tampons sont des zones enherbées en permanence entre les champs et les cours d'eau ou d'autres zones naturelles • si elles sont bien conçues, les bandes tampons offrent un habitat pour la faune aquatique et terrestre en plus de constituer un ultime moyen d'assurer la conservation des sols et de l'eau	• les bandes tampons sont efficaces contre l'érosion en nappe et l'érosion en rigolets, mais elles ne sont pas conçues pour maîtriser le fort débit des écoulements concentrés entraînant la formation de grosses rigoles et de petits ravins — des situations où la plantation d'arbres donne de meilleurs résultats • les arbres piègent les polluants en surface, interceptent les nitrates dans les eaux souterraines, freinent le réchauffement des cours d'eau par les rayons du soleil et constituent un obstacle efficace à la circulation agricole • privilégier l'installation de clôtures qui empêchent les animaux d'endommager les bords des fossés, les cours d'eau et les terres humides
BRISE-VENT ET PLANTATIONS BRISE-VENT	**Apport élevé de C** • utilisation moyenne de N • avantages sur le plan de l'habitat	• les brise-vent sont constitués d'arbres (conifères, essences à feuilles caduques ou les deux) plantés sur le périmètre des champs • les brise-vent peuvent compter entre une et cinq rangées d'arbres • les plantations brise-vent comptent plus de cinq rangées	• si possible, planter les arbres à angle droit par rapport aux vents dominants • positionner les brise-vent de manière qu'ils offrent une protection maximale; tenir compte de la hauteur probable des arbres à maturité afin de déterminer l'espace optimal entre les brise-vent • multiplier les rangées d'arbres afin de faciliter l'établissement et l'entretien
RETRAIT DE PRODUCTION DES TERRES FRAGILES	**Apport élevé de Cs** • utilisation moyenne de N • diminution des émissions de méthane • avantages sur le plan de l'habitat	• le retrait de production s'entend du changement de vocation d'une terre peu productive et/ou écosensible	• planter un couvert permanent d'arbres (reboisement), d'arbustes, de plantes herbacées et de graminées • planter des essences ligneuses, car elles piègent davantage de carbone par unité de surface et pendant plus longtemps que les graminées • choisir les espèces en fonction des conditions locales et des objectifs de diminution des émissions de GES • les arbres à croissance rapide interceptent le carbone plus tôt, mais les essences de plus grande valeur piègent le carbone pendant plus longtemps en raison de leur espérance de vie plus longue

Les bandes tampons plantées d'arbres piègent davantage de carbone et d'azote soluble que les bandes tampons peuplées exclusivement de graminées.



Cet outil de calcul innovateur est maintenant offert sur Cédérom, afin d'aider les éleveurs de bétail à évaluer les émissions de GES produites par leur ferme ou leur ranch. Pour une copie gratuite, en faire la demande par courriel à feedback@cattle.ca ou par téléphone en appelant l'Ontario Cattlemen's Association au 519-824-0334.

Renseignements supplémentaires

SÉRIE DES PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

Une coproduction d'Agriculture et Agroalimentaire Canada et du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario

Bandes tampons, 2004

Gestion des fumiers, 2005

Planification de la gestion des éléments nutritifs, 2006

Autres titres de PGO (1991–1998), notamment : *Grandes cultures, Gestion de l'agroforesterie et de l'habitat, Semis direct : les secrets de la réussite, Gestion des éléments nutritifs* et *Gestion du sol.*

CANADIAN CATTLEMEN'S ASSOCIATION

L'association Canadian Cattlemen's a publié plusieurs fiches d'information sur les pratiques de gestion applicables à la production de gaz à effet de serre par les exploitations d'élevage de bovins de boucherie.

Ce sont : *Greenhouse Gas Emissions, Manure Management and Its Impact on Greenhouse Gas Emissions, Pasture Lands Help Balance Greenhouse Gas Emissions, Reducing Greenhouse Gas Emissions through "Feeding and Breeding", Grazing Tips Rotational Tips, Sequestering Carbon.*

La CCA met à la disposition de tous un logiciel de calcul des gaz à effet de serre sur son site Web ainsi que sur la plupart des sites d'associations provinciales. Pour de plus amples renseignements, visiter le site Web de la CCA à l'adresse www.cattle.ca et cliquer sur l'hyperlien « Environment and Stewardship ».

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION ET DES AFFAIRES RURALES DE L'ONTARIO

Le MAAARO offre quatre fiches d'information sur la production de gaz à effet de serre et les répercussions sur les agriculteurs :

Fiche d'information n° 1 — *Les gaz à effet de serre et l'agriculture en Ontario*

Fiche d'information n° 2 — *La séquestration du carbone et l'agriculture*

Fiche d'information n° 3 — *Possibilités de l'agriculture en Ontario pour réduire les gaz à effet de serre et les éléments nutritifs dans les exploitations agricoles*

Fiche d'information n° 4 — *Modifier les systèmes de production pour réduire les émissions de gaz à effet de serre*

Le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario dispose d'une foule de renseignements sur les systèmes d'élevage du bétail et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il offre des fiches techniques sur la génétique du bétail, la nutrition et le logement du bétail, la santé des animaux, la planification de la gestion des éléments nutritifs, la gestion des fumiers, la fertilité du sol, la gestion des sols, la gestion des pâturages et des milieux naturels.

Pour obtenir la liste complète des publications et des fiches et pour savoir comment commander des exemplaires, consulter la section des publications du site Web du ministère à l'adresse

www.omafra.gov.on.ca/french/products/product.html.

Les personnes qui n'ont pas accès à Internet peuvent se rendre au Centre de ressources le plus près ou appeler sans frais 1-888-466-2372.

Courriel : ag.info@omafra.gov.on.ca
Site Web : www.omafra.gov.on.ca

ONTARIO CATTLEMEN'S ASSOCIATION
150, ch. Malcolm
Guelph (Ontario) N1K 1B1
Tél. : 519-824-0334
Courriel : gwbeefcattle.guelph.on.ca
Site Web : www.cattle.guelph.on.ca

pour l'amélioration des sols et des récoltes de l'Ontario : Andrew Graham

Photographies. Association pour l'amélioration des sols et des récoltes de l'Ontario : Andrew Graham; Joan et James McKinlay; Beef Improvement Ontario : Crosby Devitt; Ontario Farm Animal Council : Kelly Daynard; Office de protection de la nature de la rivière Grand : Anne Loeffler, Tracey Ryan; Office de protection de la nature de la rivière Thames supérieure : Craig Merkley; ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et

Canada

Ontario

Ontario Cattlemen's Association
Committed to Cattlemen